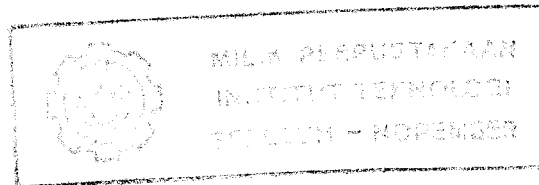


3100099010647



Andari
2674
8

TUGAS AKHIR
KONVERSI ENERGI

**PERENCANAAN ULANG SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
PADA PT. KIMIA FARMA DI RUNGKUT INDUSTRI RAYA
SURABAYA**

RSM
696.1
Tja
P-1
1998



Oleh :

HERI TJAYONO
2194 030 109

9-8-98
H
Supo

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998**

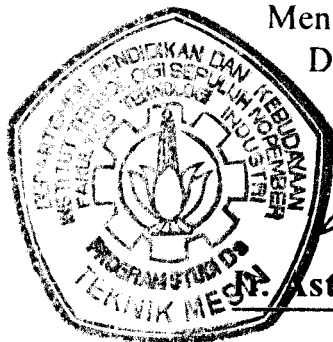
LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN ULANG SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PADA PT. KIMIA FARMA DI RUNGKUT INDUSTRI RAYA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
Pada
Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing



[Signature]
19/12/98
Astu Pudjanarsa, MT

SURABAYA
1998

ABSTRAKSI

Air merupakan kebutuhan utama yang harus dipenuhi oleh makhluk hidup untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Untuk menjaga keseimbangan lingkungan yang menyangkut masalah kelestarian sumber penyediaan air, maka dalam perencanaan distribusi air bersih harus memenuhi persyaratan yang ada dan sesuai kebutuhan.

Sistem penyediaan air bersih bertujuan untuk melayani kebutuhan air pada tempat-tempat yang membutuhkan dengan debit dan tekanan yang cukup. Air sebelum didistribusikan pada instalasi pipa terlebih dahulu ditampung pada tangki bawah dan kemudian dinaikkan ke tangki atas oleh pompa, dari tangki atas air didistribusikan pada tempat yang memerlukan.

Dalam perencanaan diameter pipa pada instalasi digunakan persamaan kontinuitas dan persamaan energi dengan terlebih dahulu mengasumsikan kecepatan aliran dalam pipa.

Perhitungan head instalasi pompa dan kapasitas efektif merupakan dasar yang digunakan untuk memilih pompa yang sesuai dengan perencanaan.

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Adapun judul dari tugas akhir ini yaitu:

PERENCANAAN ULANG SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH PADA PT. KIMIA FARMA DI RUNGKUT INDUSTRI RAYA SURABAYA

Dalam penulisan tugas akhir ini tidak semata-mata karena kemampuan penulis sendiri, tetapi juga adanya bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan dorongan moral, pikiran dan juga membantu penulis sehingga dapat terkumpulnya data-data yang relevan dengan tugas akhir ini.

Dengan menyadari adanya keterbatasan atau kekurangan baik dalam hal waktu, dana, kemampuan berpikir dan fasilitas-fasilitas yang berupa material serta fasilitas non material, karenanya dengan segala kerendahan hati penyusun mohon saran dan kritik yang mengarah pada perbaikan

Akhirnya penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 22 Januari 1998

Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
KONVERSI SATUAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Tinjauan Umum.....	1
I.2 Pengenalan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Metodologi.....	2
I.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN UMUM ALAT PLAMING.....	5
II.1 Definisi Alat Plaming.....	5
II.2 Fungsi Peralatan Plaming.....	5
II.3 Jenis Peralatan Plaming.....	6
BAB III DASAR TEORI.....	9
III.1 Kebutuhan air.....	9
III.2 Metode Perkiraan Kebutuhan Air.....	9
III.2.1 Penaksiran Berdasarkan jumlah Pemakai.....	10
III.2.2 Penaksiran Berdasarkan Jenis dan Jumlah.....	10
III.2.3 Penaksiran Berdasarkan Unit Beban Alat	12
III.3 Sistem Pipa.....	14

III.3.1	Sistem Pegaliran Ke Atas.....	14
III.3.2	Sitem Pengaliarn Ke Bawah.....	14
III.4	Sisten Penyediaan Air.....	16
III.4.1	Sistem Sambungan Langsung.....	16
III.4.2	SistemTangki Atap.....	17
III.4.3	Sistem Tangki Tekan.....	18
III.4.4	Sistem Tanpa Tangki.....	20
III.5	Tekanan Minimum Alat Plambing.....	20
III.6	Pembatasan Kecepatan Aliran.....	21
III.7	Persamaan Kontinuitas.....	22
III.8	Persamaan Energi.....	23
III.9	Head Loss.....	24
III.9.1	Head Loss Mayor.....	26
III.9.2	Head Loss Minor.....	26
III.9.3	Head Loss Total.....	26
III.10	Tangki Air atas.....	27
III.11	Pengertian Pompa.....	28
III.11.1	Klasifikasi Pompa.....	28
III.11.1.1	Pompa Positif Displacement.....	28
III.11.1.2	Pompa Non Positif Displacemenet	29
III.11.2	Kapasitas Pompa.....	31
III.11.3	Head Pompa.....	31
III.11.4	NPSH.....	32
III.11.4.1	NPSH Yang Diperlukan.....	32
III.11.4.2	NPSH Yang Tersedia.....	33
BAB IV	PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR.....	34
BAB V	PERENCANAAN DIAMETER PIPA.....	42
BAB VI	PENENTUAN KAPASITAS ALAT.....	53
VI.1	Diameter Pipa Dinas.....	53
VI.2	Kapasitas Tangki Atas.....	53

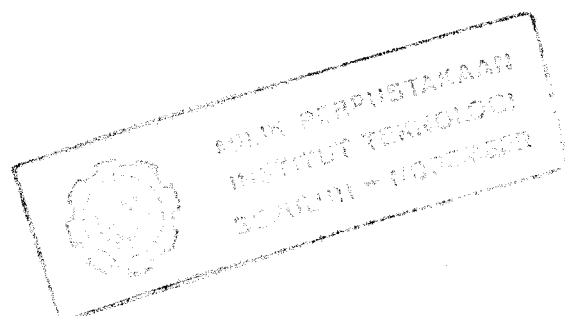
VI.3	Kontrol Otomatis.....	54
BAB VII	PEMILIHAN POMPA.....	56
VII.1	Kapasitas Pompa.....	57
VII.2	Instalasi Pompa.....	59
VII.2.1	Pipa Hisap.....	59
VII.2.2	Pipa Tekan.....	61
VII.3	Head Pompa.....	65
VII.4	Pemilihan Pompa.....	66
VII.5	Pemilihan Type Pompa.....	68
VII.6	Pemeriksaan Letak Pompa.....	68
VII.7	Pompa Cadangan.....	69
BAB VIII	KESIMPULAN.....	70
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Unit alat plambing untuk penyediaan air bersih.....	11
Tabel 3.2 Penaksiran kebutuhan air.....	13
Tabel 3.3 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing.....	21
Tabel 4.1 Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 1.....	37
Tabel 4.2 Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 2.....	39
Tabel 4.3 Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 3.....	41
Tabel 5.1 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 1.....	50
Tabel 5.2 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 2.....	51
Tabel 5.3 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 3.....	52
Tabel 7.1 Karakteristik pompa.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Grafik penaksiran kebutuhan air.....	12
Gambar 3.2 Contoh sistem pengaliran ke atas.....	15
Gambar 3.3 Contoh sistem pengaliran ke bawah.....	15
Gambar 3.4 Sistem sambungan langsung.....	16
Gambar 3.5 Sistem tangki atap.....	17
Gambar 3.6 Sistem tangki tekan.....	19
Gambar 3.7 Aliran Steadi melalui tabung aliran.....	23
Gambar 3.8 Klasifikasi pompa positif displacement.....	29
Gambar 3.9 Klasifikasi pompa non positif displacement.....	30
Gambar 4.1 Isometri plambing.....	35
Gambar 4.2 Instalasi pipa lantai 1.....	36
Gambar 4.3 Instalasi pipa lantai 2.....	38
Gambar 4.4 Instalasi pipa lantai 3.....	40
Gambar 5.1 Bagian instalasi pipa lantai 1.....	42
Gambar 6.1 Kontrol level air.....	55
Gambar 7.1 Instalasi pompa.....	58



KONVERSI SATUAN

Satuan Panjang

1 m	=	1000 mm
	=	1,049 yard
	=	3,281 feet
	=	39,37 inches
1 foot	=	12 inches

Satuan Volume

1 m ³	=	1000 liter
	=	1,308 cu. yard
1 US Barrel	=	42 US gallon
1 liter	=	10 ⁶ cc.
	=	0,2642 US gallon

Satuan Tekanan

1 atm	=	101,325 pascal
	=	760 mm. Hg
	=	14.696 psi
1 kg/cm ²	=	98,1 kilopascal
	=	0,981 bar
1 bar	=	10 ⁵ pascal

Satuan Energi dan Panas

1 BTU	=	778 ft.lb
	=	107,6 kg.m
	=	0,252 Kkal
1 BTU/lb	=	0,556 Kkal
1 Kilo Joule	=	0,2388 Kkal
	=	0,948 BTU
1 Kw	=	1,341 HP
	=	1,36 DK
	=	102 kg.m / detik
	=	738 ft.lb/sec
1 Kilo kalori	=	4,187 K.J
	=	3,968 BTU
	=	3088 ft. lb
	=	427 kg.m

Satuan Berat

1 lb	=	16 onses
	=	0,454 kg
1 lb/ft	=	1,488 kg/m

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Umum

Kebutuhan air merupakan hal yang sangat mutlak bagi setiap makhluk hidup. Manusia, hewan dan tumbuhan tidak akan dapat menjaga kelangsungan hidupnya tanpa terpenuhi kebutuhan akan air. Untuk itu dalam pemakaian perlu pengaturan dan pengolahan sebaik mungkin.

Perencanaan sistem distribusi air bersih yang sesuai dengan kebutuhan merupakan faktor yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan terutama dalam hubungan dengan masalah kelestarian sumber-sumber penyediaan air.

Dalam mendirikan suatu bangunan, perencanaan sistem distribusi air bersih merupakan masalah yang diperlukan terutama mengenai aliran air ke tempat yang dibutuhkan. Instalasi penyediaan air bersih mempunyai tujuan untuk penyediaan air ke tempat - tempat yang membutuhkan dengan debit dan tekanan yang cukup.

Instalasi penyediaan air bersih ini selalu dilengkapi berbagai macam peralatan dan yang utama adalah pompa, pipa dan tangki penampung. Semua peralatan tersebut telah tersedia dipasaran dengan berbagai macam ukuran, sehingga hal yang penting dalam merencanakan sistem instalasi penyediaan air

bersih adalah menentukan atau memilih peralatan tersebut secara tepat dan benar agar kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik.

1.2 Pengenalan Masalah

Dalam memenuhi kebutuhan air bersih pada PT. KIMIA FARMA di Rungkut Industri Raya Surabaya diperoleh dari pipa PDAM dan ditampung terlebih dahulu pada tangki bawah. Dengan bantuan instalasi pompa, air dinaikkan dari tangki bawah ke tangki atas dan selanjutnya didistribusikan secara gravitasi ke masing-masing lantai.

1.3 Batasan Masalah

Agar dalam penyusunan Tugas Akhir ini lebih terarah maka perlu diberikan pembatasan masalah. Berhubung jenis dan alat plambing serta layout perpipaannya sudah ditentukan maka masalah yang akan di bahas dalam tugas akhir ini adalah menentukan besarnya kebutuhan air, menentukan diameter pipa air bersih, dan volume tangki atas, serta jenis dan ukuran pompa yang digunakan untuk memindahkan air dari tangki bawah ke tangki atas.

1.4 Metodologi

Data yang diperoleh dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

- Mendatangi pihak kontraktor

Meminta lay out instalasi pipa pada pihak kontraktor

-Wawancara

Mewawancarai langsung tenaga - tenaga yang berhubungan dengan pengumpulan data

- Study Literatur

Mempelajari buku-buku yang ada hubungannya dengan penyusunan Tugas Akhir.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas uraian Tugas Akhir ini, maka dibuat sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang tujuan umum dari permasalahan, pengenalan masalah, pembatasan masalah, metodologi penyusunan dan sistematika penulisannya.

BAB II TINJAUAN UMUM ALAT PLAMBING

Bab ini membahas mengenai fungsi peralatan plambing dan jenis peralatan plambing

BAB III DASAR TEORI

Bab ini menerangkan landasan teori yang akan dipergunakan dalam perhitungan selanjutnya yang meliputi : metode perkiraan air, persamaan kontinuitas, persamaan energi, tekanan minimum alat

plumbing serta pembatasan kecepatan aliran air dalam pipa distribusi maupun instalasi pompa.

BAB IV PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR

Bab ini menentukan metode yang digunakan untuk menaksir besarnya kapasitas kebutuhan air serta menghitung penaksirannya.

BAB V PERENCANAAN DIAMETER PIPA

Bab ini menghitung diameter pipa distribusi air bersih dan merencanakan ukuran pipa yang sesuai dengan yang ada dipasaran.

BAB VI PENENTUAN KAPASITAS ALAT

Bab ini menentukan kapasitas alat yang meliputi: menentukan diameter pipa dinas, menentukan kapasitas tangki air atas dan control volume.

BAB VII PEMILIHAN POMPA

Bab ini menerangkan pemilihan jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan instalasi yang berdasarkan besarnya head dan kapasitas memeriksa letak pompa dan menentukan pompa cadangan.

BAB VIII KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dari pembahasan yang telah dibahas.

BAB II

TINJAUAN UMUM ALAT PLAMING

II.1 Definisi Alat Plaming

Istilah alat plaming digunakan untuk semua peralatan yang dipasang didalam maupun di luar gedung, untuk menyediakan (memasukan) air dingin atau air panas dan untuk mengeluarkan air buangan.

II.2 Fungsi Peralatan Plaming

Fungsi dari peralatan plaming adalah pertama untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya. Fungsi pertama dilaksanakan oleh sistem penyediaan air bersih dan yang kedua oleh sistem pembuangan.

Dalam sistem penyediaan air diusahakan air cukup dan tidak berlebihan untuk menyediakan air. Hal ini dilakukan karena pertimbangan penghematan energi dan adanya keterbatasan sumber air. Terlebih lagi akhir-akhir ini tidak dikehendaki membuang air buangan dari air kotor langsung ke dalam saluran.

Akibat dari perubahan menu makanan manusia, kemajuan teknologi dan industri, bahan air buangan menjadi makin beraneka ragam. Walaupun demikian kebutuhan akan penyediaan air minum yang murni dan sistem pembuangan air yang lengkap tidak berubah.

Kesalahan dalam perancangan, pemasangan atau perawatan plambing dapat membahayakan jiwa manusia. Kenyataannya banyak kecelakaan total telah terjadi dan banyak yang terkena penyakit akibat kesalahan perencanaan dan kesalahan pemasangan instalasi plambing.

II.3 Jenis Peralatan Plambing

Jenis peralatan plambing diantaranya adalah:

1. Peralatan saniter

Peralatan saniter secara umum seperti kloset, peturasan dan bak cuci tangan umumnya dibuat dari bahan porselen atau keramik. Bahan ini sangat populer karena biaya pembuatannya cukup murah.

a. Kloset

Kloset dapat dibagi menurut konstruksinya:

a.1 Type wash out

Type ini adalah paling tua dari jenis kloset duduk. Kotoran tidak jatuh ke dalam air yang merupakan sekat melainkan pada suatu permukaan penampang yang agak luas dan sedikit berair. Sering kali pada waktu penggelontoran tidak bersih betul akibatnya sering menimbulkan bau tidak enak.

a.2 Type wash down

Type ini menyesuaikan konstruksi sedemikian hingga kotoran jatuh langsung ke dalam air sekat, sehingga bau yang timbul akibat sisa kotoran kurang dibanding dengan type wash out.

b. Peturasan

Ditinjau dari konstruksinya peturasan dapat dibagi seperti kloset. Yang paling banyak digunakan dari type wash down. Untuk tempat umum sering kali dipasang peturasan berbentuk mirip talang yang terbuat dari porselen.

2. Fitting saniter

1. Keran air

Keran ada 2 macam :

- a. Keran air dapat mudah dibuka dan ditutup yang umum digunakan untuk berbagai keperluan.
- b. Keran yang dapat dibuka tetapi dapat menutup dengan sendiri misalnya untuk cuci tangan.

2. Katup gelontor

a. Katup glontor untuk kloset

Katup glontor ini dapat digunakan terus menerus selama pipa berisi air tanpa harus menunggu, sehingga cocok untuk dipasang pada tempat kloset umum untuk digunakan orang banyak.

b. Katup glontor untuk peturasan

Fungsi katup glontor untuk peturasan sama saja dengan dengan katup glontor untuk kloset. Pada tempat umum biasanya digunakan katup glontor otomatis setiap jangka waktu tertentu.

3. Tangki glontor

Tangki glontor dibuat dari porselen atau plastik ada yang otomatis ada pula yang tidak. Yang otomatis biasanyan dipasang pada peturasan untuk umum yang bekerja dengan jangka waktu tertentu.

BAB III

DASAR TEORI

III.1 Kebutuhan Air

Sistem penyediaan air harus direncanakan dan diatur agar setiap alat plambing dapat menyediakan kebutuhan air untuk semua alat plambing dengan volume dan tekanan yang diinginkan sehingga dapat bekerja dengan baik. Untuk itu dibutuhkan perkiraan yang tepat untuk mendapatkan kebutuhan air yang diperlukan.

Kebutuhan air pada sistem penyediaan air tidak dapat ditentukan secara pasti, hal ini tergantung dari banyaknya alat plambing yang digunakan pada saat tertentu ditambah lagi jenis alat plambing mempunyai pengaruh yang berbeda-beda pada sistem penyediaan air. Untuk itu kebutuhan puncaknya ditentukan jika alat plambing bekerja secara serempak.

III.2 Metode Perkiraan Kebutuhan Air

Metode untuk memperkirakan kebutuhan air yang telah banyak digunakan di waktu - waktu yang telah lalu sering di temukan keadaan yang tidak diinginkan pada suatu kondisi tertentu. Hal ini disebabkan antara lain karena ukuran pipa yang terlalu kecil sehingga mengakibatkan kurang tersedianya air untuk alat plambing, disamping itu belum adanya metode yang dapat digunakan untuk segala keadaan.

Adapun metode yang digunakan secara umum untuk memperkirakan kebutuhan air antara lain: ¹

1. Berdasarkan jumlah pemakai
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
3. Berdasarkan unit beban alat plambing

III.2.1 Penaksiran Berdasarkan Jumlah Pemakai

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata dari setiap pemakai dan luasan jumlah pemakai. Dengan demikian jumlah pemakai air sehari dapat diperkirakan walaupun jenis maupun jumlah alat plambing belum ditentukan, biasanya ditaksir berdasarkan luasan dan kepadatan luasan.

Metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atas dan pompanya. Sedangkan untuk ukuran pipa yang di peroleh dengan metode ini hanyalah pipa penyediaan air, bukan untuk menentukan ukuran pipa dalam seluruh jaringan karena itu metode ini praktis untuk tahap perancangan dan perencanaan saja.

III.2.2 Penaksiran Berdasarkan Jenis Dan Jumlah Alat Plambing

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plambing dapat diketahui, misalnya untuk perumahan, perkantoran dan juga harus diketahui jumlah dari setiap jenis alat plambing dalam gedung tersebut.

¹ Ref 3 hal 64-65

Tabel 3.1

Unit alat plambing untuk penyediaan air dingin ²

Jenis alat plambing ¹⁾	Jenis penyediaan air	Unit alat plambing ¹⁾		Keterangan
		untuk pribadi ⁴⁾	untuk umum ⁵⁾	
Kloset	Katup gelontor	6	10	Gedung kantor, dsb. Untuk umum: hotel atau restoran, dsb.
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan, dengan tiang	Katup gelontor	—	10	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Katup gelontor	—	5	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Tangki gelontor	—	3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran	—	3	
Bak mandi rendam (bath tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan katup gelontor	8	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan tangki gelontor	6	—	
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)	—	2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	
Bak cuci dapur	Keran	2	4	
Bak cuci piring	Keran	—	5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	—	
Pancuran minum	Keran air minum	—	2	
Pemanas air	Katup bola	—	2	

Catatan: ¹⁾ Alat plambing yang airnya mengalir secara kontinyu harus dihitung secara terpisah, dan ditambahkan pada jumlah unit alat plambing.

²⁾ Alat plambing yang tidak ada dalam daftar dapat diperkirakan, dengan membandingkan dengan alat plambing yang mirip/terdekat.

³⁾ Nilai unit alat plambing dalam tabel ini adalah keseluruhan.

Kalau digunakan air dingin dan air panas, unit alat plambing maksimum masing-masing untuk air dingin dan air panas diambil tigaperempatnya.

⁴⁾ Alat plambing untuk keperluan pribadi dimaksudkan pada rumah pribadi atau *apartment*, di mana pemakaiannya tidak terlalu sering.

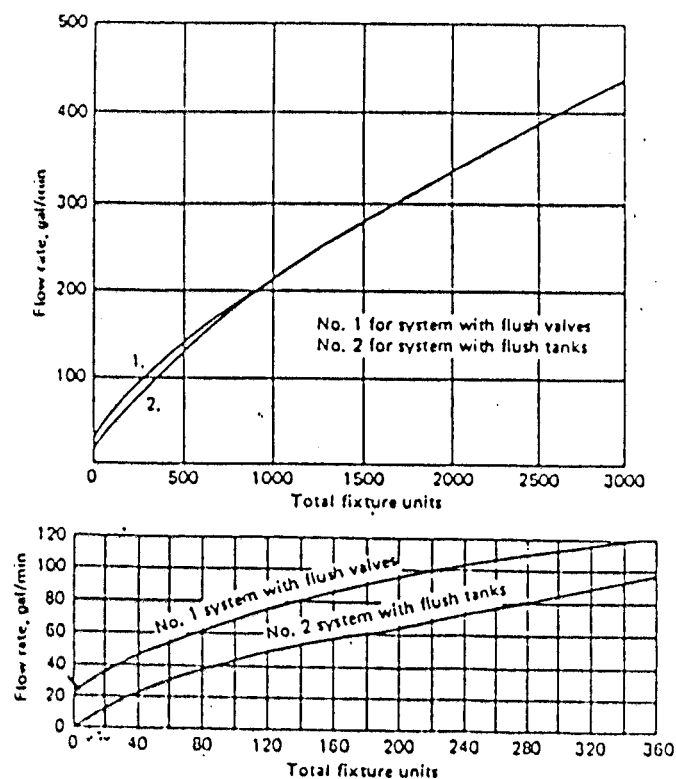
⁵⁾ Alat plambing untuk keperluan umum dimaksudkan yang dipasang dalam gedung kantor, sekolah, pabrik, dsb, di mana pemakaiannya cukup sering.

² Ref 3 hal 68

III. 2.3 Penaksiran Berdasarkan Unit Beban Alat Plumbing

Dalam metode ini untuk setiap alat plumbing ditetapkan suatu unit beban alat plumbing (fixtur unit). Pada tabel 3.1 memberikan besarnya unit beban untuk setiap alat plumbing yang dilayani. Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya dari semua alat plumbing yang dilayaninya dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan grafik pada gambar 3.1 atau tabel 3.2.

Gambar 3.1 atau tabel 3.2 memberikan hubungan antara unit alat plumbing dengan laju aliran air.



Gbr. 3.1 Grafik penaksiran kebutuhan air³

³ Ref 7 hal 165

Tabel 3.2
Penaksiran kebutuhan air⁴

Supply systems predominantly for bulk tanks			Supply systems predominantly for flushometer valves		
Load Water supply factor value (WSFU)	Demand		Load Water supply factor value (WSFU)	Demand	
	lpm	l/s		lpm	l/s
1	3.0	0.19			
2	6.0	0.38			
3	6.3	0.41			
4	8.0	0.51			
5	9.4	0.59	8	15.0	0.95
6	10.7	0.64	6	17.4	1.10
7	11.8	0.74	7	19.8	1.25
8	12.8	0.81	8	22.2	1.40
9	13.7	0.86	9	24.6	1.55
10	14.6	0.92	10	27.0	1.70
12	16.0	1.01	12	28.6	1.80
14	17.0	1.07	14	30.2	1.91
16	18.0	1.14	16	31.8	2.01
18	18.8	1.19	18	33.4	2.11
20	19.6	1.24	20	35.0	2.21
25	21.5	1.36	25	38.0	2.40
30	23.3	1.47	30	42.0	2.63
35	24.9	1.57	35	44.0	2.78
40	26.3	1.66	40	46.0	2.90
45	27.7	1.76	45	48.0	3.03
50	29.1	1.84	50	50.0	3.15
60	32.0	2.02	60	54.0	3.41
70	35.0	2.21	70	58.0	3.66
80	38.0	2.40	80	61.2	3.86
90	41.0	2.59	90	64.3	4.06
100	43.5	2.74	100	67.5	4.26
110	48.0	3.03	110	73.0	4.61
120	52.5	3.31	120	77.0	4.86
160	57.0	3.60	160	81.0	5.17
180	61.0	3.85	180	85.5	5.39
200	65.0	4.10	200	90.0	5.68
250	75.0	4.73	250	101.0	6.37
300	85.0	5.36	300	108.0	6.81
400	101.0	6.62	400	127.0	8.01
500	124.0	7.82	500	143.0	9.02
750	170.0	10.73	750	177.0	11.17
1000	208.0	13.12	1000	203.0	13.12
1250	239.0	15.03	1250	230.0	15.04
1500	269.0	16.97	1500	260.0	16.97
2000	323.0	20.30	2000	323.0	20.30
2500	380.0	23.07	2500	380.0	23.07
3000	433.0	27.32	3000	433.0	27.32
4000	525.0	33.12	4000	525.0	33.12
5000	593.0	37.41	5000	593.0	37.41

⁴ Ref 7 hal 166

III.3 Sistem Pipa

Sistem pipa adalah cara pengaliran air dalam pipa pada sistem distribusi air bersih. Adapun sistem pipa penyediaan air ini pada dasarnya ada 2 cara yaitu :⁵

1. Pengaliran ke atas
2. Pengaliran ke bawah

III.3.1 Sistem Pengaliran ke Atas

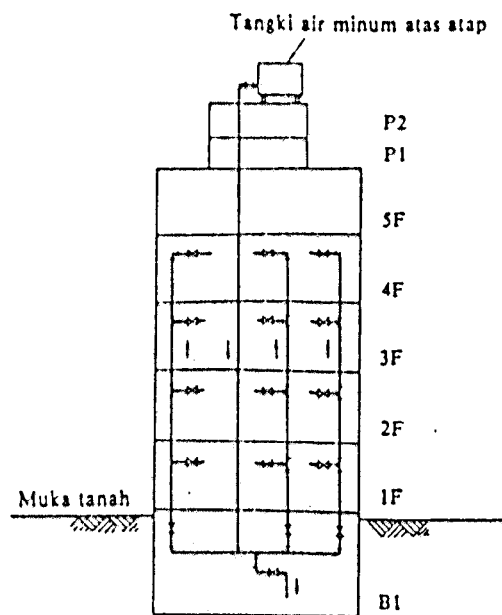
Dalam sistem pengaliran ke atas, pipa utama dari tangki atas ke bawah sampai langit-langit terbawah dari gedung, kemudian mendatar dan bercabang - cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya, lihat gambar 3.2.

Biasanya sistem ini diterapkan apabila lantai terbawah bangunan mempunyai langit-langit yang cukup tinggi, sehingga cukup untuk memasang pipa utama.

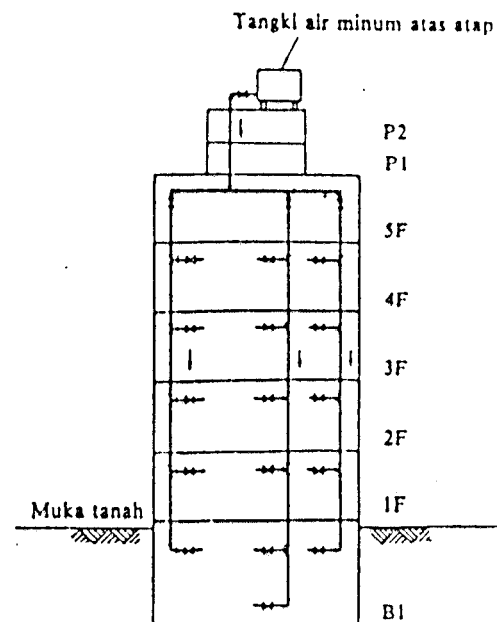
III.3.2 Sistem Pengaliran ke Bawah

Dalam sistem pengaliran ke bawah, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dalam langit-langit teratas dari gedung dan dari pipa mendatar ini di buat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai- lantai dibawahnya. Lihat gambar 3.3. Biasanya sistem ini diperlukan ruang yang cukup pada langit-lantai lantai teratas untuk memasang pipa utama mendatar, untuk melakukan pemeriksaan, perawatan dan penyetelan katup-katup pada pipa cabang tegak ke bawah.

⁵ Ref 3 hal 60



Gbr. 3.2 Contoh sistem pengaliran
ke atas



Gbr. 3.3 Contoh pengaliran
ke bawah⁶

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perancangan sistem pipa antara lain:⁷

1. Sistem manapun yang dipilih, pipa harus dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga udara maupun air dapat dikeluarkan dengan mudah.
2. Pipa mendatar pada sistem pengaliran ke atas sebaiknya dibuat agak miring ke atas (searah aliran), sedang pada pengaliran ke bawah agak miring ke bawah
3. Perpipaian yang tidak merata, melengkung ke atas atau melengkung ke bawah harus dihindarkan. Kalau akibat sesuatu hal yang tidak dapat dihindarkan (misalnya ada perombakan gedung) hendaknya dipasang katup pelepas udara.

⁶ Ref 3 hal 62

⁷ Ref 3 hal 62

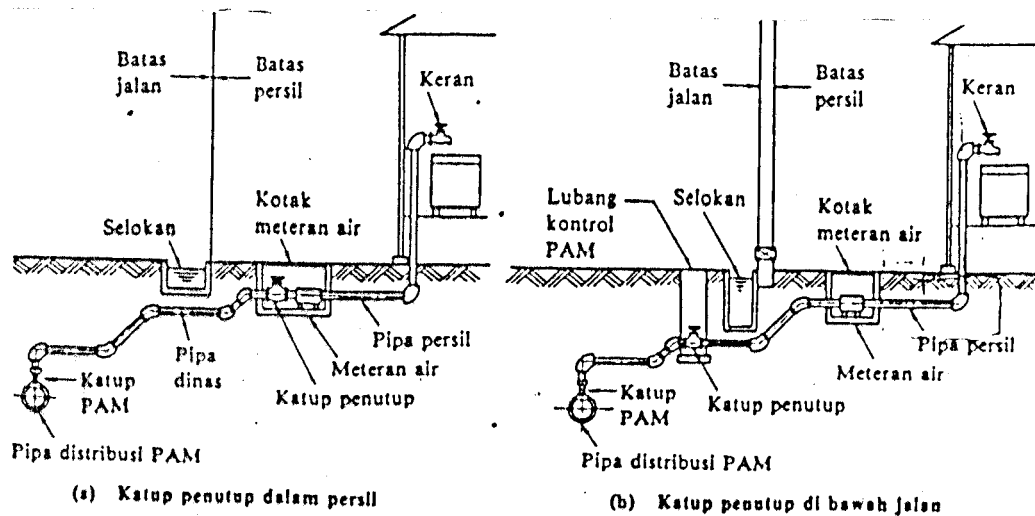
III.4 Sistem Penyediaan Air Bersih

Sistem penyediaan air bersih berfungsi untuk menyediakan air ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan dan kapasitas yang cukup. Sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan dapat dikelompokkan menjadi

1. Sistem sambungan langsung
2. Sistem tangki atap
3. Sistem tangki tekan
4. Sistem tanpa tangki

III.4.1 Sistem Sambungan Langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung di sambung dengan pipa utama penyediaan air bersih. Karena terbatasnya tekanan pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini, terutama dapat diterapkan untuk perumahan, gedung-gedung kecil yang rendah.



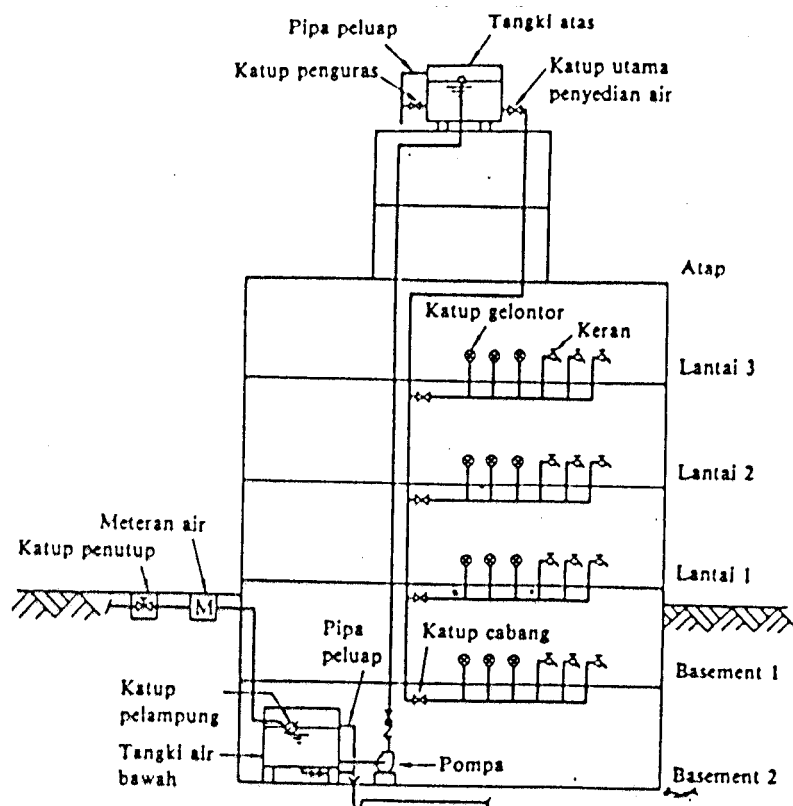
Gbr. 3.4 Contoh sistem sambungan langsung⁸

⁸ Ref 3 hal 33

III.4.2 Sistem Tangki Atas

Dalam sistem tangki atas, air ditampung terlebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah atau dibawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya diatas atap atau diatas lantai tertinggi bangunan. Dari tangki atas air didistribusiakan keseluruh bagian bangunan yang memerlukan. Sistem tangki atas ini diterapkan karena alasan - alasan berikut:

- Selama air digunakan perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing



Gbr.3.5 Sistem tangki atap⁹

⁹ Ref 3 hal 34

hampir tidak berarti, perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.

- Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang amat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan timbul kesulitan.
- Perawatan tangki atap sangat sederhana dibanding dengan tangki tekan.

III.4.3 Sistem Tangki Tekan

Prinsip tangki tekan adalah sebagai berikut. Air yang telah di tampung dalam tangki bawah, dipompakan ke dalam suatu tangki tertutup sehingga udara didalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan yang menutup atau membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Pompa berhenti bekerja secara otomatis kalau tekanan tangki telah mencapai suatu batas maksimum yang diterapkan dan bekerja kembali setelah mencapai suatu yang minimum yang telah ditetapkan pula.

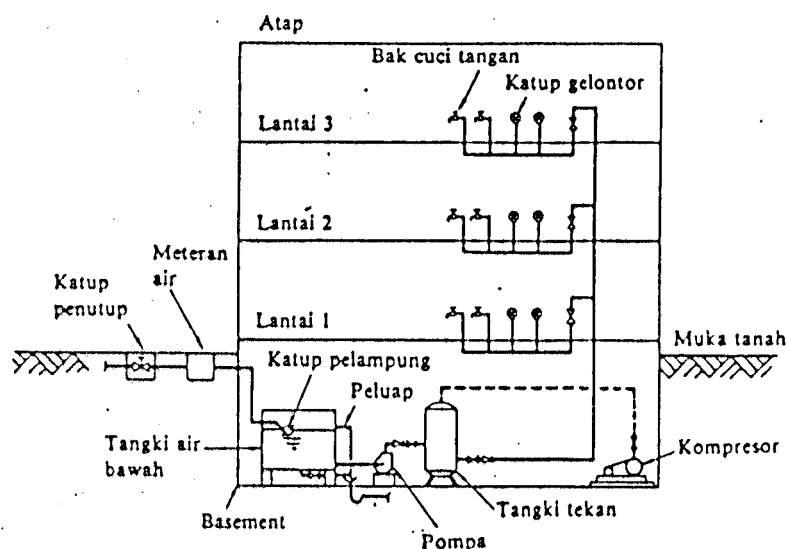
Kelebihan dari tangki tekan antara lain:

1. Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu mencolok dibanding dibanding tangki atap.
2. Mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang mesin bersama pompa - pompa lain.

3. Harga awal lebih rendah dibanding dengan tangki yang harus dipasang diatas menara.

Kekurangannya antara lain:

1. Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan, maka setiap beberapa hari sekali harus ditambah udara kempa dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dari dalam tangki tekan.
2. Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
3. Karena jumlah air yang efektif tersimpan dalam tangki relatif sedikit, maka pompa akan sering bekerja dan hal ini menyebabkan keausan pada saklar yang lebih cepat.



Gbr. 3.6 Sistem tangki tekan¹⁰

¹⁰ Ref 3 hal 38

III.4.4 Sistem Tanpa Tangki

Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama (misalnya pipa utama perusahaan air minum).

Adapun ciri-ciri sistem tanpa tangki adalah sebagai berikut:

- Mengurangi kemungkinan pencemaran air minum karena tidak adanya tangki atas dan tangki bawah.
- Mengurangi kemungkinan karat karena kontak air dengan udara relatif singkat.
- Pemakaian daya yang besar dibanding dengan sistem tangki atap.

III.5 Tekanan Minimum Alat Plumbing

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan alat plumbing, dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakain atau alat yang harus dilayani. Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standart adalah $1,0 \text{ kg/cm}^2$. Disamping itu beberapa macam peralatan plumbing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari suatu batas minimum. Adapun besarnya tekanan minimum ini dicantumkan dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3

Tekanan yang dibutuhkan alat plambing¹¹

Nama alat plambing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7 ¹¹	1,0
Katup gelontor peturasan	0,4 ¹¹	
Keran yang menutup sendiri, otomatis	0,7 ¹¹	
Pancuran mandi, dengan pancaran halus/tajam	0,7	
Pancuran mandi (biasa)	0,35	
Keran biasa	0,3	
Pemanas air langsung, dengan bahan bakar gas	0,25–0,7 ¹¹	

Catatan:

- ^{11,12} Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinal yang dimuat dalam tabel ini adalah tekanan statik pada waktu air mengalir, dan tekanan maksimumnya adalah 4 kg/cm².
- ¹¹ Untuk keran dengan katup yang menutup secara otomatis, kalau tekanan airnya kurang dari yang minimum dibutuhkan maka katup tidak akan dapat menutup dengan rapat, sehingga air masih akan menetes dari keran.
- ¹¹ Untuk pemanas air langsung dengan bahan bakar gas, tekanan minimum yang dibutuhkan biasanya dinyatakan.

III.6 Pembatasan Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa saat terjadi kebutuhan puncak merupakan faktor penting untuk di pertimbangkan dalam merencanakan sistem penyediaan air. Kecepatan aliran yang terlampau tinggi akan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, dan menambah suara berisik dan kadang kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam dari pipa. Untuk pipa distribusi biasanya digunakan standart kecepatan 0,9 sampai 1,2 m/dt. dan batas maksimumnya berkisar antara 1,2 sampai 2 m/dt.¹² Sedangkan untuk instalasi pompa yang terdiri dari pipa hisap dan pipa tekan kecepatan aliran air berkisar antara 2 sampai 3

¹¹ Ref 3 hal 50¹² Ref 3 hal 51

m/dt.¹³ Akhir-akhir ini beberapa negara sedang mencoba untuk mengurangi tingginya ukuran pipa dengan menerapkan kecepatan aliran yang lebih tinggi, walaupun berhasil atau tidaknya akan tergantung kepada penelitian lebih lanjut. Dilain pihak kecepatan yang terlalu rendah ternyata menimbulkan efek kurang baik dari segi korosi/ pengendapan kotoran sehingga mempengaruhi kualitas air.

III.7 Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa yang menyatakan bahwa aliran steady massa fluida yang melalui semua bagian dalam aliran fluida persatuan waktu adalah konstan.

Persamaan dasar¹⁴

$$0 = \frac{\delta}{\delta t} \int_{cv} \rho \cdot dV + \int_{cs} \rho \cdot \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (3.1)$$

dengan asumsi :

- aliran steady
- aliran seragam pada tiap unit bagian 1 dan 2

$$0 = \int_{cs} \rho \cdot \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (3.2)$$

$$0 = [-|\rho_1 V_1 A_1|] + [|\rho_2 V_2 A_2|] \quad (3.3)$$

$$\rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2 = m \quad (3.4)$$

dimana :

m = laju aliran massa (kg/dt)

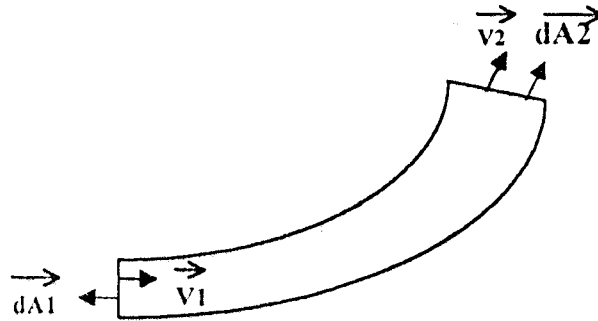
V = kecepatan aliran (m/dt)

A = luasan penampang (m²)

¹³ Ref 3 hal 98

¹⁴ Ref 1 hal 105

ρ = density (kg/m^3)
 untuk fluida yang incompressible harga ρ adalah konstan, sehingga persamaan diatas menjadi:¹⁵



Gbr.3.7 Aliran steady melalui tabung aliran

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 \Rightarrow Q_1 = Q_2 \quad (3.5)$$

$$\text{sehingga, } Q = VA \quad (3.6)$$

atau

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{dimana } A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad (3.7)$$

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (3.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (3.9)$$

dimana: Q = kapasitas L / dt

III. 8 Persamaan Energi

Persamaan energi ini dihasilkan dari penerapan prinsip kekekalan energi pada fluida. Energi yang dimiliki oleh suatu fluida yang mengalir terdiri dari energi dalam dan energi akibat tekanan, kecepatan dan letak ketinggian.

¹⁵ Ref 1 hal 105

energi dalam dan energi akibat tekanan, kecepatan dan letak ketinggian.

Persamaan energi untuk aliran steady pada fluida incompressible adalah :¹⁶

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + z_2 + \sum H_{l1-2} \quad (3.10)$$

dimana:

$P_{1,2}$ = Tekanan fluida dititik 1 atau 2 (kg/cm)

$V_{1,2}$ = Kecepatan fluida dititik 1 dan 2 (m/dt)

Z = Ketinggian (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m³)

g = Konstanta gravitasi (9,8 m/dt)

$\sum H_{l1-2}$ = Head loss total dari pipa dari 1 sampai 2 (m)

Persamaan energi ini digunakan untuk mencari besarnya diameter pipa yang bercabang. Dimana salah satu cabang piapa cabang diameternya ditentukan dengan persamaan kontinuitas sedang cabang yang lain dari persamaan energi.

III.9 Head Loss

Head loss adalah kerugian head pada aliran karena gesekan fluida pada dinding pipa yang mempunyai luasan penampang relatif tetap, maupun disebabkan oleh adanya perubahan luas penampang, adanya katup elbow, branch, dan lain-lain.

Head loss atau kerugian head dikelompokkan menjadi 2 yaitu :

1. Head loss mayor
2. Head loss minor

¹⁶ Ref 8 hal 3-8

III.9.1 Head Loss Mayor (h_l)

Head loss mayor adalah kerugian head yang disebabkan oleh terjadinya antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa yang mempunyai luasan penampang yang relatif konstan sepanjang aliran. Head loss mayor yang dipengaruhi oleh kekasaran permukaan dinding bagian dalam, kecepatan, dan panjang pipa.

Untuk aliran Laminer ($Re < 2300$) head loss mayor dapat dihitung sebagai berikut:¹⁷

$$h_l = \frac{64}{Re} \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.11)$$

Sedangkan untuk aliran Turbulen ($Re > 2300$) head loss mayor dapat dihitung sebagai berikut:¹⁸

$$h_l = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.12)$$

dimana:

Re = Angka reynold

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

f = Faktor gesekan

V = Kecepatan aliran fluida (m/dt)

Harga faktor gesekan f adalah fungsi dari Reynold (Re) dan kekasaran relatif (e/D)

Reynold number merupakan fungsi dari perbandingan tanpa dimensi.¹⁹

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad (3.13)$$

¹⁷ Ref 1 hal 360

¹⁸ Ref 1 hal 301

¹⁹ Ref 2 hal 9

dimana : ν = viskositas kinematik (m²/dt)

III.9.2 Head Loss Minor (h_{lm})

Head loss minor adalah kerugian head yang terjadi karena aliran fluida melalui saluran masuk katup-katup.

Head loss minor ditulis sebagai berikut:²⁰

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.14)$$

$$= K \frac{V^2}{2g} \quad (3.15)$$

dimana:

$\frac{L_e}{D}$ = Panjang equivalen pipa lurus

K = Kekasaran relatif pipa

III. 9.3 Head Loss Total (H_{lt})

Head loss total adalah jumlah dari head loss mayor dan head loss minor.

$$\begin{aligned} H_{lt} &= h_l + h_{lm}^{21} \\ &= f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2g} + f \frac{L_e}{D} + \frac{V^2}{2g} \end{aligned} \quad (3.16)$$

III.10 Tangki Air Atas

Tangki atas bermaksud untuk menampung air sebelum didistribusikan secara gravitasi ke pipa distribusi. Tangki atas ini harus dapat menyuplay air pada kebutuhan puncaknya. Jika pompa pengisi tangki air atas tidak bekerja maka

²⁰ Ref 1 hal 365-366

²¹ Ref 1 hal 359

tangki atas biasanya menyediakan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak selama 30 menit.

Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai saat permukaan air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas).

Untuk kapasitas efektif tangki atas dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.²²

$$V_E = (Q_p - Q_{max}) \cdot T_p + Q_{pu} \times T_{pu} \quad (3.17)$$

dimana :

V_E = Kapasitas efektif tangki atas (lt)

Q_p = Kebutuhan puncak (lt / menit)

Q_{max} = Kebutuhan jam puncak (lt / menit)

Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisian (lt / menit)

T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa pengisian (menit)

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

Untuk tangki atas besarnya kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar kebutuhan jam puncak.²³

$$Q_{pu} = Q_{max} \quad (3.18)$$

²² Ref 3 hal 97

²³ Ref 3 hal 97

III.11 Pengertian Pompa

Pompa adalah suatu mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat lain yaitu dari tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan yang lebih tinggi.

Pompa dalam operasinya mengadakan perbedaan tekanan antara bagian suction dan bagian discharge, sehingga menyebabkan terjadinya aliran fluida.

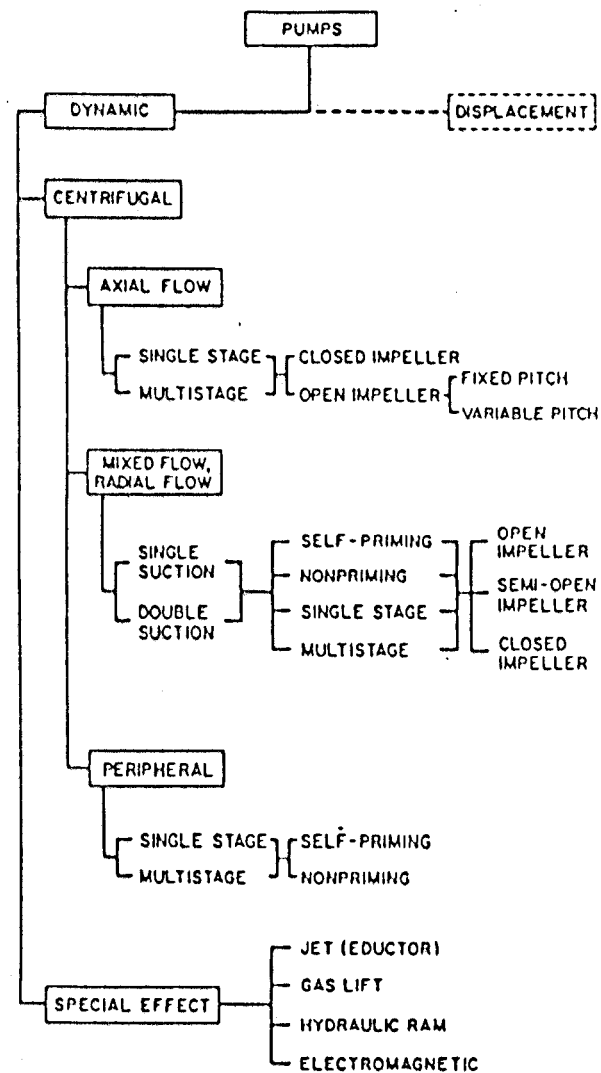
III.11.1 Klasifikasi Pompa

Berdasarkan cara memindahkan cairan pompa dapat dibedakan menjadi 2 kelompok:

1. Pompa Positif Displacement (Displacement Pump)
2. Pompa Non Positif Displacement (Dinamik Pump)

III.11.1.1 Pompa Positif Displacement

Pompa jenis ini memindahkan cairan dengan cara mendorongnya dari saluran suction ke saluran delivery (cairan masuk melalui saluran suction, kemudian didorong ke saluran delivery). Volume ruang kerja dari pompa berubah-ubah secara periodik dari kecil menjadi besar (langkah suction) dan dari besar menjadi kecil (langkah delivery). Dengan demikian cairan yang dialirkan berpindah volume per volume. Sedangkan energi yang diberikan ke liquid adalah energi potensial

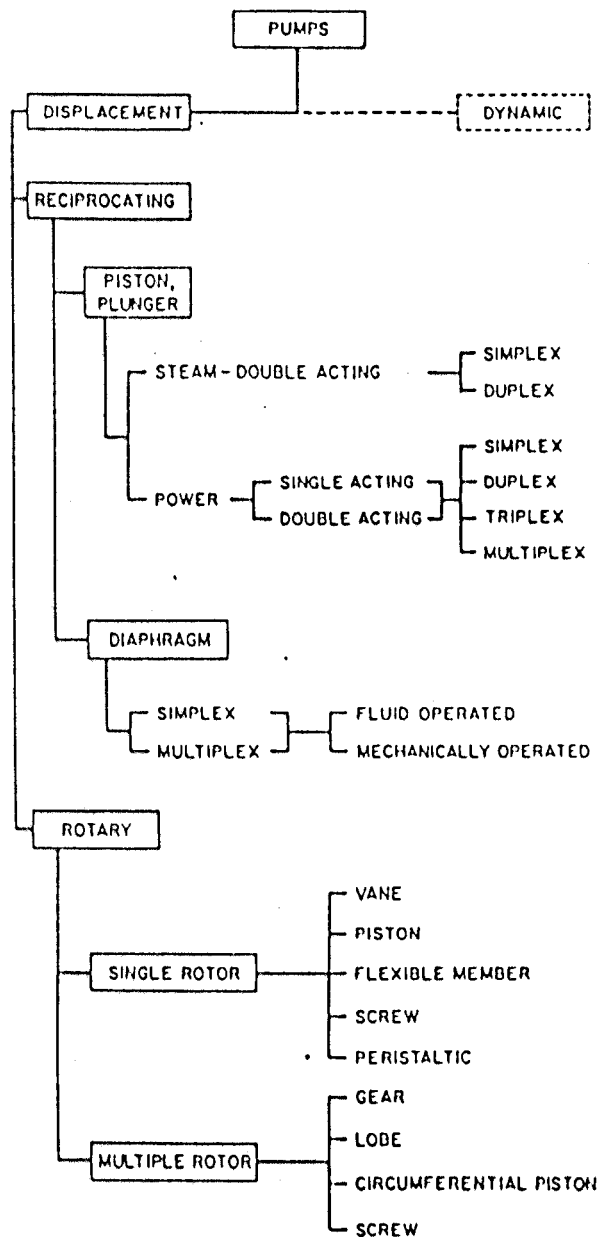
Gbr. 3.8 Klasifikasi pompa positif displacement ²⁴

III.11.1.2 Pompa Non Positif Displacement

Cara memindahkan cairan pada pompa jenis ini adalah dengan jalan memutar impeler, sehingga cairan yang berada di ruang antara sudu-sudu impeler juga ikut berputar. Karena cairan ikut berputar, maka akan timbul gaya sentrifugal

²⁴ Ref 4 hal 1-3

dan menghasilkan tekanan. Dengan demikian volume ruang kerja selalu tetap pada saat pompa bekerja.



Gbr 3.9 Klasifikasi pompa non positif displacement ²⁵

²⁵ Ref 4 hal 1-2

III.11.2 Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah besarnya aliran air yang dialirkan dalam hal ini dari tangki bawah ke tangki atas. Besarnya kapasitas pompa pengisi tangki atas pada sistem distribusi air bersih biasanya diambil 2/3 dari besar kebutuhan puncaknya.²⁶

Sehingga kapasitas pompa pengisi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_{pu} = 2/3 Q_p \quad (3.19)$$

dimana

$$Q_{pu} = \text{Kapasitas pompa pengisi (lt/dt)}$$

$$Q_p = \text{Kebutuhan puncak (lt/dt)}$$

III.11.3 Head Pompa

Head pompa adalah head yang harus di sediakan pompa agar dalam pengoperasiannya dapat mengalirkan air dari tangki bawah menuju tangki atas.

Besarnya head pompa ini dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini :²⁷

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + z_1 + H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + z_2 + \sum H_{lt_{1,2}} \quad (3.20)$$

dimana

$$H_p = \text{Head total pompa (m)}$$

$$P_{1,2} = \text{Tekanan fluida pada titik 1 atau 2 (N/m}^2\text{)}$$

²⁶ Ref 3 hal 97

²⁷ Ref 6 hal 27

$V_{1,2}$ = Kecepatan fluida pada titik 1 dan 2 (m/dt)

Z = Ketinggian (m)

γ = Berat jenis fluida (N/m³)

g = Konstanta gravitasi (9,8 m/dt²)

$\sum H_{l1,2}$ = Head loss total dari 1 sampai 2 (m)

III.11.4 NPSH

NPSH didefinisikan sebagai head isap positif neto (net positif suction head) yang merupakan suatu ukuran keamanan pompa terhadap kavitasi.

Kavitasi adalah terjadinya gelembung uap disekitar permukaan impeler karena tekanan didaerah tersebut lebih rendah dari tekanan uap jenuh zat cair yang di pompakan. Apabila gelembung-gelembung tersebut meletus maka akan timbul gaya yang besar pada dinding impeler dan pada sudu yang dapat menyebabkan kerusakan impeler pompa.

Adapun NPSH ini ada 2 macam yaitu:²⁸

1. NPSH yang diperlukan (NPSH_R)
2. NPSH yang tersedia (NPSH_A)

III. 11.4.1 NPSH Yang Diperlukan

NPSH yang diperlukan NPSH_R adalah diperoleh dari pabrik pembuat pompa.

²⁸ Ref 5 hal 58

Agar pompa dapat bekerja aman tanpa terjadinya kavitasi maka harus di penuhi persyaratan sebagai berikut.²⁹

$$NPSH_A > NPSH_R \quad (3.21)$$

III.11.4.2 NPSH Yang Tersedia

Adalah head yang dimiliki zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan pada sisi isap pompa dikurangi dengan tekanan isap zat cair jenuh di tempat tersebut).

Dalam hal ini pompa yang menghisap zat cair pada permukaan terbuka, maka besarnya NPSHA dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut:³⁰

$$H_{sv} = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{lt} \quad (3.22)$$

dimana:

H_{sv} = NPSH yang tersedia (m)

P_a = Tekanan atmosfer (N/m²)

P_v = Tekanan isap uap jenuh (N/m²)

γ = Berat jenis zat cair (kg/cm³)

H_s = Head statis (m)

H_{lt} = Head loss total pipa isap (m)

²⁹ Ref 5 hal 69

³⁰ Ref 2 hal 74

BAB IV

PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR

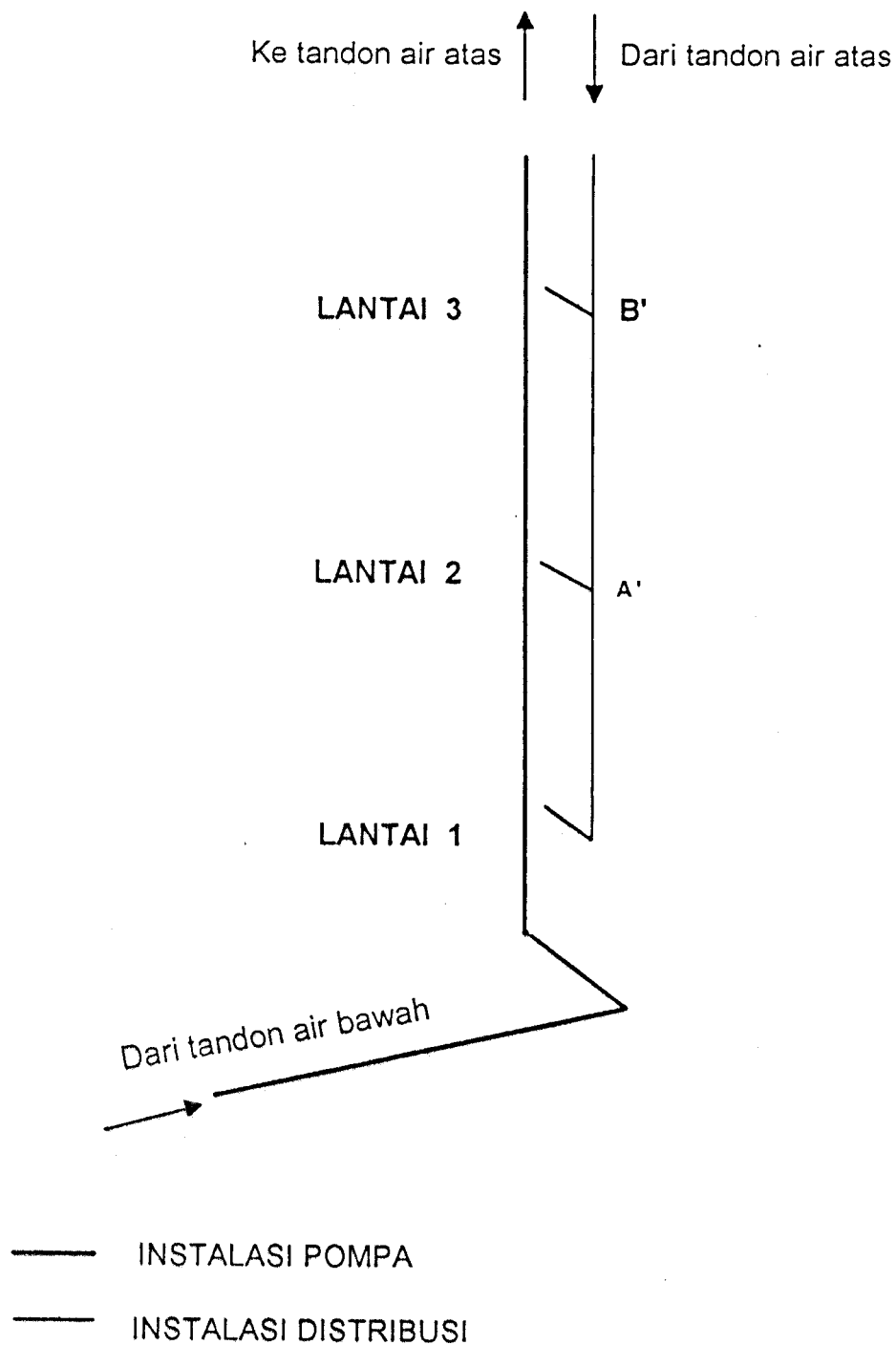
Metode yang dapat dipakai untuk memperkirakan kebutuhan air harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Metode tersebut harus dapat menghasilkan perkiraan kebutuhan untuk semua alat plambing pada periode kebutuhan maximum.
- b. Metode tersebut harus secara tepat memperkirakan kebutuhan air maximum untuk mencegah ukuran pipa yang terlalu besar dan tidak ekonomis.
- c. Metode tersebut harus dapat menyesuaikan perkiraan air untuk berbagai macam alat plambing dan klasifikasi pemakaian gedung.

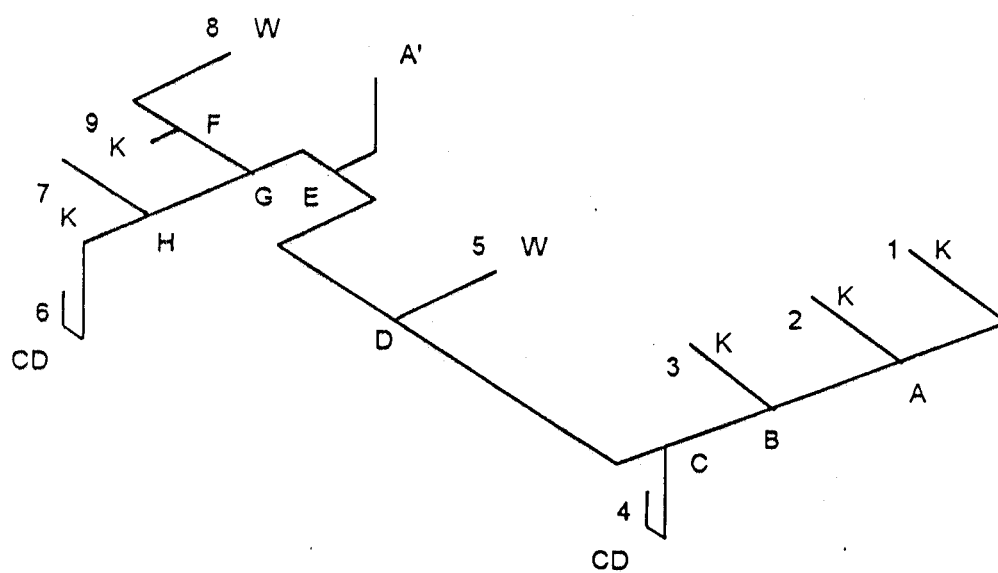
Dengan alasan tersebut diatas maka metode yang sesuai untuk memperkirakan besarnya kebutuhan air pada PT. KIMIA FARMA di Rungkut Industri Raya Surabaya adalah berdasarkan pada unit beban alat plambing.

Adapun jenis alat plambing yang dipasang sebagai berikut:

- Wastafel dengan type penyediaan keran.
- Closet duduk dengan type penyediaan tangki glontor.
- Bak mandi dengan penyediaan keran.



Gbr 4.1 Isometri plambing



Gbr 4.2 Instalasi lantai 1

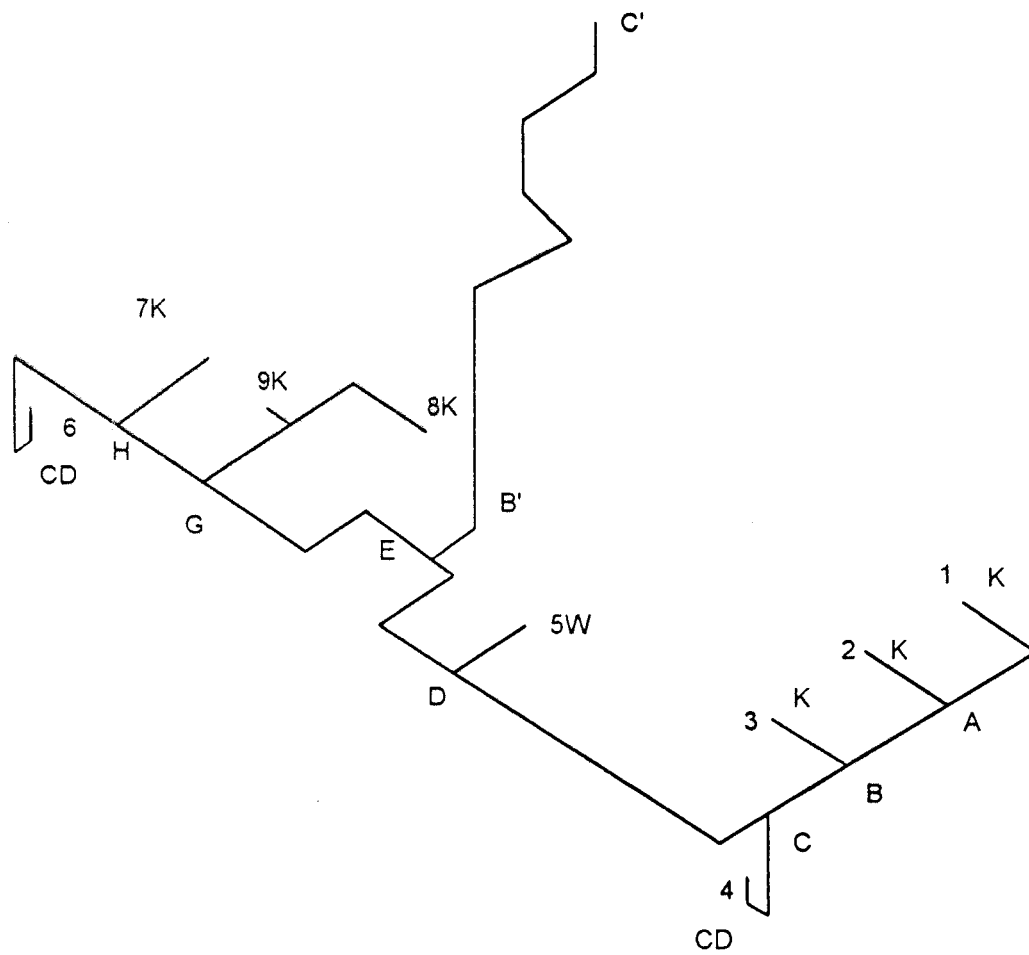
TABEL 4.1

KEBUTUHAN AIR UNTUK MASING-MASING SECTION PADA LANTAI I

Section	Jenis alat plumbing	Jenis penyediaan air	Unit beban	Kapasitas Q (L/dt)
1	Bak mandi	Keran	5	0.59
2	Bak mandi	Keran	5	0.59
A-B			10	0.92
3	Bak mandi	Keran	5	0.59
B-C			15	1.11
4	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
C-D			20	1.24
5	Wastafel	Keran	2	0.32
D-E			22	1.29
6	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
7	Bak mandi	Keran	5	0.59
H-G			10	0.92
8	Bak mandi	Keran	5	0.59
9	Wastafel	Keran	2	0.32
F-G			7	0.74
G-E			17	1.17
E-A'			39	1.59

TABEL 4.2
KEBUTUHAN AIR UNTUK MASING -MASING SECTION PADA LANTAI 2

Section	Jenis alat plumbing	Jenis penyediaan air	Unit beban	Kapasitas Q (L/dt)
1	Bak mandi	Keran	5	0.59
2	Bak mandi	Keran	5	0.59
A-B			10	0.92
3	Bak mandi	Keran	5	0.59
B-C			15	1.11
4	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
C-D			20	1.24
5	Wastafel	Keran	2	0.32
D-E			22	1.29
6	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
7	Bak mandi	Keran	5	0.59
H-G			10	0.92
8	Bak mandi	Keran	5	0.59
9	Wastafel	Keran	2	0.32
F-G			7	0.74
E-F			17	1.17
E-A'			39	1.59



Gbr 4.3 Instalasi pipa lantai 3

TABEL 4.3
KEBUTUHAN AIR UNTUK MASING -MASING SECTION PADA LANTAI 3

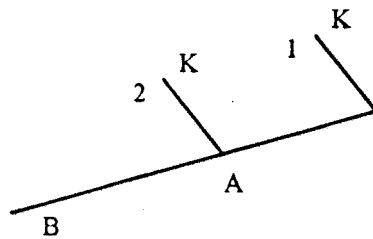
Section	Jenis alat plumbing	Jenis penyediaan air	Unit beban	Kapasitas Q (L/dt)
1	Bak mandi	Keran	5	0.59
2	Bak mandi	Keran	5	0.59
A-B			10	0.92
3	Bak mandi	Keran	5	0.59
B-C			15	1.11
4	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
C-D			20	1.24
5	Wastafel	Keran	2	0.32
D-E			22	1.29
6	Closet duduk	Tangki glontor	5	0.59
7	Bak mandi	Keran	5	0.59
H-G			10	0.92
8	Bak mandi	Keran	5	0.59
9	Wastafel	Keran	2	0.32
F-G			7	0.74
G-E			17	1.17
E-A'			39	1.59
A'-B'			78	2,37
B'-C'	Jumlah total unit beban		117	2.99

BAB V

PERENCANAAN DIAMETER PIPA

Pipa distribusi merupakan pipa yang melayani kebutuhan air dari tiap alat plambing, dimana perhitungan diameter pipa distribusi ditentukan berdasarkan hubungan antara kapasitas dan kecepatan. Untuk pipa bercabang ditentukan dengan persamaan kontinuitas untuk salah satu cabang dan cabang yang lain ditentukan dengan persamaan energi.

Untuk memudahkan menentukan diameter pipa untuk tiap section maka kita bahas satu contoh berikut:



Gbr 5.1 Bagian instalasi pipa lantai 1

A. Menentukan diameter pipa 1-A

Data yang diketahui :

$$Q = 0,59 \text{ l/dt}$$

$$= 0,00059 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$L = 2,2 \text{ m}$$

$$Le/D = 1 \text{ elbow standart radius } 90^\circ + 1 \text{ tee utama}$$

$$= 30 + 20$$

$$= 50$$

$$V_{as} = 1 \text{ m / dt.}$$

Dari persamaan (3-9) diameter hitung pipa adalah

$$\begin{aligned} D_{hit} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{as}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00059}{\pi \times 1}} \\ &= 0,0274 \text{ m} \\ &= 1,078 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang ada dipasaran maka direncanakan pipa ukuran nominal 1 " yang mempunyai diameter dalam 1,049 in (0,0266 m).

Sehingga kecepatan sesungguhnya (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{4 \times Q}{\pi \times (D)^2} \\ &= \frac{4 \times 0,00059}{\pi \times (0,0266)^2} \\ &= 1,06 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Untuk air pada temperatur 29° dari lampiran 1 didapatkan viskositas kinematik

$$\nu = 8.10^{-7}$$

sehingga

$$\begin{aligned} Re &= \frac{1,06 \times 0,0266}{8.10^{-7}} \\ &= 3.5. 10^4 \end{aligned}$$

Dari lampiran 2 untuk bahan pipa galvanized iron yang mempunyai diameter dalam 1,049 in didapat $\frac{e}{D} = 0,0059$

Dari lampiran 3 didapatkan harga gesekan sebesar $f = 0,034$

Head loss total pada pipa 1 - A

$$\begin{aligned} Hlt_{1-2} &= f \frac{V^2}{2g} \left(\frac{Le}{D} + \frac{L}{D} \right) \\ &= 0,034 \frac{(1,06)^2}{19,6} \left(50 + \frac{2,2}{0,0266} \right) \\ &= 0,26 \text{ m} \end{aligned}$$

B. Menentukan diameter pipa 2 - A

Untuk menentukan diameter pipa pada section 2-A didasarkan pada persamaan energi dititik 1 dan titik 2 yaitu:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + Z_1 + Hlt_{1-A} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + Z_2 + Hlt_{2-A} \quad (1)$$

dimana

$$P_1 = P_2 = 29430 \text{ N/m}^2 \text{ (Lihat tabel 3.3)}$$

$$Z_1 = Z_2 = 0$$

$$Hlt_{1-A} = 0,26 \text{ m}$$

sehingga persamaan (1) diatas menjadi

$$\begin{aligned} \frac{(V_1)^2}{2g} + Hlt_{1-A} &= \frac{(V_2)^2}{2g} + Hlt_{2-A} \\ \frac{(V_1)^2}{2g} + Hlt_{1-A} &= \frac{(V_2)^2}{2g} + f \cdot \frac{(V_2)^2}{2g} \left(\frac{Le}{D} + \frac{L}{D} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

Dari data yang diketahui

$$Q = 0,59 \text{ l/dt} = 0,00059 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$L = 1 \text{ m}$$

$$\frac{Le}{D} = 1 \text{ tee branch}$$

$$= 60$$

$$\gamma = 9770 \quad (\text{untuk air pada } 29^{\circ}\text{C})$$

Dengan cara coba-coba dimisalkan diameter rencana pada pipa 2-A adalah 0,99 in (0,02514 m).

maka,

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{4 \times Q}{\pi \times (D)^2} \\ &= \frac{4 \times 0,00059}{\pi \times (0,02514)^2} \\ &= 1,19 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V_2 \times D_2}{\nu} \\ &= \frac{1,19 \times 0,02514}{8,10^{-7}} \\ &= 3,49 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

Kekasaran relatif (e/D) untuk diameter dalam 0,99 in

$$e/D = 0,00057$$

Dari mody diagram harga faktor gesekan didapat $f = 0,0342$

Dengan memasukan nilai diatas pada persamaan (2)

$$\begin{aligned} \frac{(1,06)^2}{19,6} + 0,26 &= \frac{(1,19)^2}{19,6} + 0,0342 \cdot \frac{(1,19)^2}{19,6} \left(60 + \frac{1}{0,02514} \right) \\ 0,317 &= 0,318 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas diambil diameter pipa 0,99 in. Untuk menyesuaikan dengan diameter yang ada di pasaran, maka direncanakan ukuran pipa nominal 1" yang mempunyai diameter dalam 1,049 in (0,0266 m).

Sehingga kecepatan sesungguhnya (V_2)

$$V_2 = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{4 \times 0,00059}{\pi \times (0,0266)^2} \\
 &= 1,06 \text{ m/dt}
 \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{V_2 \times D_2}{\nu} \\
 &= \frac{1,06 \times 0,0266}{8 \cdot 10^{-7}} \\
 &= 3,5 \cdot 10^4
 \end{aligned}$$

Harga faktor gesekan didapat

$$f = 0,034$$

Head loss pada pipa 2-A

$$\begin{aligned}
 H_{lt\ 2-A} &= f \frac{(V_2)^2}{2g} \left(\frac{L_e}{D} + \frac{L}{D} \right) \\
 &= 0,034 \frac{(1,06)^2}{19,6} \left(60 + \frac{1}{0,0266} \right) \\
 &= 0,19 \text{ m}
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan tekanan di titik A

Tekanan di titik A dapat dicari dengan persamaan energi 1-A dan persamaan 2-A.

Persamaan energi pada 1-A

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + Z_1 + H_{lt\ 1-A} = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{(V_A)^2}{2g} + Z_A$$

dimana :

$$P_1 = 29430 \text{ N/m}^2$$

$$V_1 \gg V_A$$

$$Z_1 = 0 \text{ m}$$

$$Z_A = 0 \text{ m}$$

$$\gamma = 9770 \text{ N/m}^3$$

Sehingga persamaan di atas menjadi

$$\begin{aligned} \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + Z_1 + H_{l1-A} &= \frac{P_A}{\gamma} \\ \frac{29430}{9770} + \frac{(1,06)^2}{19,6} + 0 + 0,26 &= \frac{P_A}{9770} \\ P_2 &= 32530 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Persamaan energi pada 2-A

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + Z_2 + H_{l2-A} = \frac{P_A}{\gamma} + \frac{(V_A)^2}{2g} + Z_A$$

Dimana :

$$P_2 = 29430 \text{ N/m}^2$$

$$V_2 \gg V_A$$

$$Z_A = 0 \text{ m}$$

$$Z_2 = 0 \text{ m}$$

Sehingga

$$\begin{aligned} \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + Z_2 + H_{l2-3} &= \frac{P_A}{\gamma} \\ \frac{29430}{9770} + \frac{(1,06)^2}{19,6} + 0 + 0,19 &= \frac{P_A}{9770} \\ P_A &= 31846 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

Untuk lebih amannya maka tekanan di titik A diambil yang terbesar yaitu 32530 N/m².

D. Menentukan diameter pipa section A-B

Data yang diketahui:

$$\begin{aligned} Q &= 0,92 \text{ l/dt} \\ &= 0,00092 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$L = 1,2 \text{ m}$$

$$\frac{Le}{D} = 1 \text{ Tee utama}$$

$$= 20$$

$$V_{as} = 1 \text{ m/dt}$$

Dengan menggunakan persamaan (3.9) diameter hitung:

$$\begin{aligned} D_{hit} &= \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V_{as}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00092}{\pi \times 1}} \\ &= 0,0342 \text{ m} \\ &= 1,3 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan ukuran diameter pipa yang ada di pasaran, maka di rencanakan menggunakan pipa ukuran nominal 1 1/4" yang mempunyai diameter dalam 1,38 in (0,0351 m).

Sehingga kecepatan sesungguhnya (V_{A-B})

$$\begin{aligned} V_{A-B} &= \frac{4 \times Q}{\pi \times (D_4)^2} \\ &= \frac{4 \times 0,00092}{\pi \times (0,0351)^2} \\ &= 0,95 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V_{A-B} \times D_4}{\nu} \\ &= \frac{1,2 \times 0,0351}{8,10^{-7}} \\ &= 4,2 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

Untuk bahan pipa galvanized iron yang mempunyai diameter dalam 1,38 in didapatkan $e/D = 0,0044$.

Dari mody diagram didapatkan harga faktor gesekan $f = 0,0319$

Head loss total pipa A-B

$$\begin{aligned} H_{lt\ 2-4} &= f \frac{(V_{A-B})^2}{2g} \left(\frac{L_e}{D} + \frac{L}{D} \right) \\ &= 0,034 \frac{(0,95)^2}{19,6} \left(20 + \frac{1,2}{0,0351} \right) \\ &= 0,08. \end{aligned}$$

Bila diameter hitung dan diameter yang direncanakan berbeda maka dalam pipa harus dilengkapi damper/orifise yang fungsinya untuk menyamakan energi aliran.

Dimana perhitungan damper ini menggunakan persamaan energi sebagai berikut

$$\begin{aligned} \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + z_2 + H_{lt\ 2-4} + K \frac{(V_2)^2}{2g} &= \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + z_2 + H_{lt\ 1-4} \\ \frac{29430}{9770} + \frac{(1,06)^2}{19,6} + 0 + 0,19 + K \frac{(1,06)^2}{19,6} &= \frac{29430}{9770} + \frac{(1,06)^2}{19,6} + 0 + 0,26 \end{aligned}$$

$$K = 1,2$$

Pada lampiran 1 untuk $K = 1,2$ didapatkan perbandingan luas penampang diameter pipa yaitu $(D_{or}/D)^2 = 0,66$. Dengan diameter pipa cabang $D = 26,6$ mm, didapatkan diameter orifise $(D_{or}) = 21,6$ mm.

Tabel 5.1 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 1

Section	Q (L/dt)	L (m)	Le/D	D _{hit} (mm)	D rencana		V act (m/dt)	P (N/m) 10 ⁻³	H _{lt} (m)	K	D _{orifice} (mm)
					D nom (in)	D dlm (mm)					
1	0.59	1	50	27.4	1	26.6	1.06	29,430	0.26		
2	0.59	1	60	25.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	1.2	21.6
A-B	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	32,530	0.08		
3	0.59	1	60	18.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	3.4	19.18
B-C	1.11	0.9	20	15.4	1 1/4	35.1	1.15	33,761	0.07	70	15.29
4	0.59	1	120	27.4	1	26.6	1.06	68,670	0.36		
C-D	1.24	5.1	50	39.7	1 1/2	40.9	0.94	81,540	0.23		
5	0.32	1	60	10.5	3/4	20.9	0.93	29,400	0.18	122	8.3
D-E	1.29	1.9	120	40.5	1 1/2	40.9	0.98	84,227	0.23		
6	0.59	2.6	110	27.4	1	26.6	1.06	68,670	0.4		
7	0.59	1	60	13.5	1	26.6	1.06	29,430	0.25	88	10.64
H-G	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	81,931	0.08		
8	0.32	1.2	90	20.2	3/4	20.9	0.93	29,430	0.19		
9	0.59	0.2	60	24.1	1	26.6	1.06	29,430	0.13	0.8	22.25
F-G	0.74	1	60	30.7	1	26.6	1.3	31,717	0.26		
G-E	1.17	0.4	90	38.6	1 1/4	35.1	1.2	83,162	0.24	1	28.94
E-A'	1.59	4.5	50	45	1 1/2	40.9	1.2	86,953	0.4		

Tabel 5.2 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 2

Section	Q (l/dt)	L (m)	Le/D	D _{hit} (mm)	D rencana		V act (m/dt)	P (N/m) 10 ⁻³	H _{lt} (m)	K	D _{orifise} (mm)
					D nom (in)	D dlm (mm)					
1	0.59	1	50	27.4	1	26.6	1.06	29,430	0.26		
2	0.59	1	60	25.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	1.2	21.6
A-B	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	32,530	0.08		
3	0.59	1	60	18.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	3.4	19.18
B-C	1.11	0.9	20	15.4	1 1/4	35.1	1.15	33,761	0.07	70	15.29
4	0.59	1	120	27.1	1	26.6	1.06	68,670	0.36		
C-D	1.24	5.1	50	39.7	1 1/2	40.9	0.94	81,540	0.23		
5	0.32	1	60	10.5	3/4	20.9	0.93	29,430	0.18	122	8.3
D-E	1.29	1.9	120	40.5	1 1/2	40.9	0.98	84,227	0.23		
6	0.59	2.6	110	27.4	1	26.6	1.06	68,670	0.4		
7	0.59	1	60	13.5	1	26.6	1.06	29,430	0.25	88	10.64
H-G	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	81,931	0.08		
8	0.32	1.2	90	20.2	3/4	20.9	0.93	29,430	0.19		
9	0.59	0.2	60	24.1	1	26.6	1.06	29,430	0.13	0.8	22.25
F-G	0.74	1	60	30.7	1	26.6	1.3	31,717	0.26		
G-E	1.17	0.4	90	38.6	1 1/4	35.1	1.2	83,162	0.24	1	28.94
E-A'	1.59	0.5	77	45	1 1/2	40.9	1.2	86,953	0.19	61	17.9
A'-B'	2.37	4.5	20	54.9	2	52.5	1.1	133,49	1.49		

Tabel 5.3 Hasil perhitungan diameter pipa untuk instalasi lantai 3

Section	Q (L/dt)	L (m)	Le/D	D _{hit} (mm)	D rencana		V _{act} (m/dt)	P (N/m) 10 ⁻³	H _{lt} (m)	K	D _{orifice} (mm)
					D nom (in)	D dlm (mm)					
1	0.59	1	50	27.4	1	26.6	1.06	29,430	0.26		
2	0.59	1	60	25.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	1.2	21.6
A-B	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	32,530	0.08		
3	0.59	1	60	18.1	1	26.6	1.06	29,430	0.19	3.4	19.18
B-C	1.11	0.9	20	15.4	1 1/4	35.1	1.15	33,761	0.07	70	15.29
4	0.59	1	120	27.1	1	26.6	1.06	68,670	0.36		
C-D	1.24	5.1	50	39.7	1 1/2	40.9	0.94	81,540	0.23		
5	0.32	1	60	10.5	3/4	20.9	0.93	29,430	0.18	122	8.3
D-E	1.29	1.9	120	40.5	1 1/2	40.9	0.98	84,227	0.23		
6	0.59	2.6	110	27.4	1	26.6	1.06	68,670	0.4		
7	0.59	1	60	13.5	1	26.6	1.06	29,430	0.25	88	10.64
H-G	0.92	1.2	20	34.2	1 1/4	35.1	0.95	81,931	0.08		
8	0.32	1.2	90	20.2	3/4	20.9	0.93	29,430	0.19		
9	0.59	0.2	60	24.1	1	26.6	1.06	29,430	0.13	0.8	22.25
F-G	0.74	1	60	30.7	1	26.6	1.3	31,717	0.26		
G-E	1.17	1.4	120	38.6	1 1/4	35.1	1.2	83,162	0.37	0.33	31.19
E-B'	1.59	0.5	77	45	1 1/2	40.9	1.1	87,494	0.19	142	15.68
B'-C'	2.99	28	180	61.7	2/12	62.7	0.97	192.13	0.81		

BAB VI

PENENTUAN KAPASITAS ALAT

VI.1 Diameter Pipa Dinas

Pipa dinas yang menyalurkan air dari pipa PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) ke dalam gedung harus mempunyai ukuran yang cukup agar dapat mengalirkan air sesuai dengan kebutuhan puncak. Apabila gedung dilengkapi dengan tangki bawah untuk menampung air ukuran pipa dinas dapat diperkecil sampai ukuran cukup untuk memenuhi kebutuhan rata-rata dengan kebutuhan puncak 2,99 lt / dt.

Kapasitas pipa dinas biasanya diambil sebesar $\frac{2}{3}$ dari kebutuhan air rata-rata. Sehingga kapasitas pipa dinas sebesar $\frac{2}{3} \times 2,99 = 1,99$ lt/dt. Diameter pipa dinas yang terdapat pada PT.KIMIA FARMA sesuai dengan yang diijinkan oleh PDAM adalah sebesar 2 1/2 in.

VI.2 Kapasitas Tangki Atas

Tangki atas ini harus dapat menyuplay air pada kebutuhan puncaknya. Jika pompa pengisi tangki atas tidak bekerja, maka tangki atas biasanya menyediakan kapasitas yang cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncaknya selama 30 menit. Untuk menghitung volume efektif dimulai pada saat permukaan air terendah dalam tangki atas.

Kapasitas tangki atas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.17) yaitu :

$$V_E = (Q_p - Q_{max}) T_p + (Q_{pu} \times T_{pu})$$

Dari data yang diketahui:

V_E = Volume efektif tangki atas (m^3)

Q_p = Kebutuhan puncak (179.4 lt/ menit)

Q_{max} = Kebutuhan jam puncak (119.4 lt/menit)

Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisian ($2/3 \times Q_p = 119.4$ lt/ menit)

T_p = Jangka waktu kebutuhan puncak (30 menit)

T_{pu} = Jangka waktu kerja pompa pengisian (15 menit)

Sehingga volume efektif tangki atas adalah

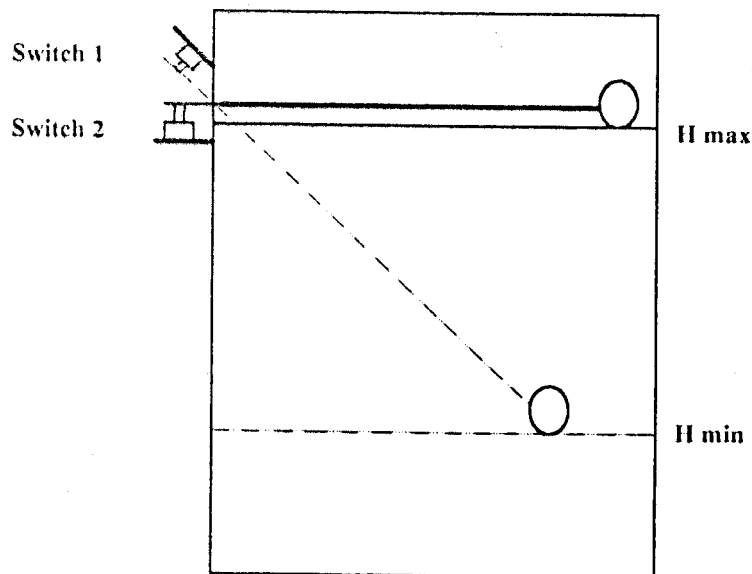
$$\begin{aligned} V_E &= (179.4 - 119.4) \times 30 + (119.4 \times 15) \\ &= 3591 \text{ lt.} \end{aligned}$$

VI.3 Kontrol Otomatis

Pengontrolan volume air yang terletak dalam tangki atas sangatlah sulit bila dilakukan secara visual, kejadian meluapnya air pada tangki dan keterlambatan dalam menyuplay air pada konsumen sangatlah tidak diharapkan. Untuk mengatasi hal tersebut pompa dilengkapi dengan sistem kerja otomatis yang didasarkan atas rendah dan tinggi permukaan air maksimum.

Pada elevated reservoir diletakkan water level detector dari jenis pelampung

dimana pelampung ini dapat naik turun sesuai dengan ketinggian permukaan air. Pada gambar ditunjukkan sistem kerja water level detector. Apabila level air dalam reservoir dalam kedudukan maksimum maka ujung batang pelampung akan menekan switch 2, dimana switch ini akan menghentikan kerja pompa sehingga suplay air akan berhenti. sebaliknya jika permukaan atau level air pada kedudukan minimum maka ujung batang akan menekan switch 1, sehingga pompa bekerja untuk menyuplay air.



Gbr. 6.1 Kontrol level air

Untuk menghindari kekurangan air pada konsumen yang apabila level air pada kondisi minimum ,maka dibawah level air minimum disisakan air sebesar 360 lt. Volume ini dapat mengkonsumsi sampai 2 menit apabila semua alat plambing bekerja. Hal ini direncanakan agar pompa tidak terus bekerja apabila air pada keadaan kritis

BAB VII

PEMILIHAN POMPA

Pompa yang digunakan untuk memindahkan air tersebut harus sesuai dengan kondisi pemakaiannya, agar dalam pengoperasiannya nanti dapat menghasilkan sejumlah air dengan kapasitas dan head yang cukup.

Mengingat pentingnya suatu pompa serta banyaknya jenis, ukuran serta penggunaan yang berbeda-beda maka dalam menentukan pompa yang akan digunakan perlu diseleksi terlebih dahulu.

Beberapa hal yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan jenis pompa yang hendak dipasang antaranya:

- ♦ besarnya head yang diperlukan
- ♦ besarnya kapasitas yang diperlukan
- ♦ jenis atau sifat fluida yang dialirkan
- ♦ kondisi kerja dari pompa dan
- ♦ jenis penggerak yang digunakan

Atas dasar data diatas maka pemilihan pompa dapat dilaksanakan. Namun dalam pelaksanaannya kita perlu juga memperhatikan faktor lainnya yaitu faktor ekonomis diantaranya :

- ♦ harga pompa
- ♦ biaya pemeliharaan
- ♦ biaya operasi

- ♦ pengadaan suku cadang

Adapun langkah-langkah yang diperlukan untuk pemilihan pompa adalah sebagai berikut :

- ♦ menghitung kapasitas pompa
- ♦ menghitung head pompa
- ♦ menentukan putaran dan jenis pompa
- ♦ memilih type pompa
- ♦ pemeriksaan letak pompa

VII.I Kapasitas Pompa

Kapasitas pompa adalah laju aliran yang harus dialirkan dari dari tangki bawah ke tangki atas. Besarnya kapasitas tangki pompa pengisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.18) yaitu:

$$Q_{pu} = 2/3 Q_p$$

dimana:

$$Q_{pu} = \text{Kapasitas pompa pengisi (lt/dt)}$$

$$Q_p = \text{Kebutuhan puncak (lt/dt)}$$

Dalam perhitungan terdahulu kebutuhan puncak sebesar 2,99 lt/dt.

Sehingga kapsitas pompa pengisi adalah

$$Q_{pu} = 2/3 \times 2,99$$

$$= 1,99 \text{ lt/dt}$$

VII.2 Instalasi Pompa

Dalam pemakaiannya pompa tidak dapat bekerja sendiri tanpa fasilitas penunjang seperti pipa-pipa dan katup-katup yang tersusun dalam suatu instalasi pompa. Bagian yang terpenting dalam suatu instalasi pompa adalah pipa hisap (suction) dan pipa tekan (discharge).

Adapun instalasi pompanya dalam hal ini seperti gambar 7.1.

VII.2.1 Pipa Hisap

Pipa hisap adalah pipa yang dalamnya terdapat aliran fluida dari tangki bawah menuju pompa.

A. Diameter pipa hisap

Untuk pipa hisap diameternya ditentukan sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran berkisar antara 2 sampai 3 m/dt. Dari perhitungan terdahulu didapatkan kapasitas pompa pengisi sebesar 1,99 lt/dt (0,00199 m³/dt). Untuk menentukan diameter pipa hisap kecepatan aliran diasumsikan 3 m/dt.

$$\begin{aligned} D_{hit} &= \sqrt{\frac{4 \times Q_{pu}}{\pi \cdot V_{as}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00199}{\pi \cdot 3}} \\ &= 0,02906 \text{ m} \\ &= 1,14 \text{ in.} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang ada dipasaran maka direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran 1 1/4" yang mempunyai diameter dalam 1,38 in (0,0351 m)

Sehingga kecepatan rata-rata aliran dalam pipa hisap:

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{4 \times Q_{pu}}{\pi \cdot (D_s)^2} \\ &= \frac{4 \times 0,00199}{\pi \cdot (0,0351)^2} \\ &= 2,1 \text{ m/dt.} \end{aligned}$$

B. Kerugian head pada pipa hisap

Head loss mayor (hl)

Besarnya head loss mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

(3.12) yaitu:

$$hl = f \frac{L_s}{D_s} \times \frac{(V_s)^2}{2g} + K \frac{(V_s)^2}{2g}$$

Dari data yang diketahui :

$$L_s = 5,5 \text{ m}$$

$$D_s = 0,0351 \text{ m}$$

$$V_s = 2,1 \text{ m/dt}$$

$$K = 0,3 \text{ (Area ratio D hisap dan D pompa untuk expansion)}$$

Reynold number (Re)

$$\begin{aligned} Re &= \frac{V_s \times D_s}{\nu} \\ &= \frac{2,1 \times 0,0351}{8,10^{-7}} \\ &= 9,2 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

Dengan diameter dalam 1,380 in untuk pipa galvanized iron didapatkan harga kekasaran relatif sebesar 0,0043.

Dari mody diagram didapatkan faktor gesekan (f) = 0,030

Sehingga head loss mayor untuk pipa hisap

$$hl = 0,030 \times \frac{5,5}{0,0351} \times \frac{(2,1)^2}{19,6} + 0,3 \frac{(2,1)^2}{19,6}$$

$$= 0,26 \text{ m}$$

Head loss minor

Besarnya head loss dihitung dengan menggunakan persamaan (3.14).

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Dari data yang diketahui:

$$L_e/D = 1 \text{ elbow standart } 90^\circ + 1 \text{ foot valves with stainer} + 1 \text{ gate}$$

valve pulp stick

$$= 30 + 75 + 17$$

$$= 122$$

Head loss minor pada pipa hisap adalah

$$h_{lm} = 0,030 \times 122 \frac{(2,1)^2}{19,6}$$

$$= 0,82 \text{ m}$$

C. Head loss total pada pipa hisap

Head total pada pipa hisap adalah jumlah dari head loss mayor dan head loss minor.

$$h_{lt(s)} = h_l + h_{lm}$$

$$= 0,26 + 0,82$$

$$= 1,08 \text{ m}$$

VII.2.2 Pipa Tekan (discharge)

Untuk menentukan diameter pipa tekan sama dengan perhitungan diameter pipa hisap yaitu berdasarkan laju dan kecepatan aliran dalam pipa.

Dalam pipa tekan kecepatan aliran dianjurkan berkisar antara 2 sampai 3 m/dt.

Untuk perhitungan awal kecepatan aliran diasumsikan 3 m/dt.

Diameter pipa tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.9)

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pu}}{\pi \times V_{as}}}$$

Data yang diketahui:

$$Q_{pu} = 1,99 \text{ l/dt} = 0,00199 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$V_{as} = 3 \text{ m/dt}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} D_{hit} &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00199}{\pi \cdot 3}} \\ &= 0,02909 \text{ m} \\ &= 1,14 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter yang ada dipasaran maka direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran 1 1/4" yang mempunyai diameter dalam 1,380 in.

Sehingga kecepatan rata-rata aliran didalam pipa tekan.

$$\begin{aligned} V_d &= \frac{4 \times Q_{pu}}{\pi \cdot (D)^2} \\ &= \frac{4 \times 0,00199}{\pi \cdot (0,0351)^2} \\ &= 2,1 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

A. Head loss pada pipa tekan (discharge)

Besarnya head loss mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.12) yaitu:

$$hl = f \frac{L}{D_d} \frac{V^2}{2g}$$

Data yang diketahui:

$$L = 48,9 \text{ m}$$

$$D_d = 0,0351 \text{ m}$$

$$V_d = 2,1 \text{ m/dt}$$

Angka Reynold (R_e)

$$\begin{aligned} R_e &= \frac{V_d \times D_d}{\frac{9}{8}} \\ &= \frac{2,1 \times 0,0351}{8 \cdot 10^{-7}} \\ &= 9,2 \cdot 10^4 \end{aligned}$$

Untuk diameter 1,380 in dari pipa galvanized iron didapatkan harga kekasaran relatif (e/D) sebesar 0,0043. Dari Moody diagram untuk $e/D = 0,0043$ didapatkan harga gesekan (f) sebesar 0,030.

Sehingga head loss mayor untuk pipa tekan adalah

$$\begin{aligned} hl &= 0,030 \frac{48,9}{0,0351} \frac{(2,1)^2}{19,6} \\ &= 9,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Head loss minor

Besarnya head loss minor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3.12) yaitu:

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Data yang diketahui:

$$L_e/D = \text{Panjang Equivalen pipa}$$

$$\begin{aligned} &= 14 \text{ elbow standart radius } 90^\circ + 1 \text{ check valve} \\ &\quad \text{conventional swing} + \text{gate valve pulp stock} \\ &= 572 \end{aligned}$$

sehingga head loss minor pada pipa tekan

$$\begin{aligned} h_{lm} &= 0,030 \times 572 \times \frac{(2,1)^2}{19,6} \\ &= 3,86 \text{ m} \end{aligned}$$

B. Head loss total pada pipa tekan (h_{lt})

Besarnya head loss total pada pipa tekan adalah jumlah dari head loss mayor dan head loss minor.

$$\begin{aligned} h_{lt} &= h_l + h_{lm} \\ &= 9,40 + 3,86 \\ &= 13,26 \text{ m} \end{aligned}$$

C. Head loss total instalasi ($\sum H_{lt \ 1-2}$)

Head loss total instalasi adalah jumlah dari head loss total yang terjadi pada pipa hisap dan pipa tekan.

Sehingga besarnya harga head loss total instalasi adalah :

$$\begin{aligned} \sum H_{lt \ 1-2} &= h_{lt(s)} + h_{lt(d)} \\ &= 1,08 + 13,26 \\ &= 14,34 \text{ m.} \end{aligned}$$

VII.3 Head Pompa

Head pompa adalah head yang harus disediakan pompa agar mampu untuk mengalirkan air dari tangki bawah ke tangki atas.

Dari instalasi pompa dengan menggunakan persamaan energi maka head pompa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (3.20).

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + z_1 + H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2g} + z_2 + \sum H_{l1-2}$$

$$H_p = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{2g} + z_2 - z_1 + \sum H_{l1-2}$$

Dimana:

$$\frac{P_2 - P_1}{\gamma} = \text{Perbedaan head tekan pada air keluar pipa discharge dengan tekanan pada permukaan air tangki bawah. Karena kedua tekanan sama } (P_2 = P_1) \text{ yaitu 1 atmosfer, maka perbedaan tekanan tekanan adalah 0}$$

$$\frac{(V_2)^2 - (V_1)^2}{2g} = \text{Perbedaan head kecepatan antara titik 1 dan titik 2 .}$$

Karena kecepatan turun permukaan tangki bawah yang besarnya jauh lebih kecil daripada kecepatan air keluar pipa discharge, maka kecepatan di titik 1 bisa diabaikan.

$$z_2 - z_1 = \text{Head statis total yaitu perbedaan ketinggian ujung pipa discharge dengan ketinggian permukaan air pada tangki bawah (titik 1) yang diukur terhadap sumbu poros pompa.}$$

$$\sum H_{l1-2} = \text{Head loss total instalasi.}$$

sehingga persamaan diatas menjadi:

$$\begin{aligned} H_P &= \frac{(V_2)^2}{2g} + (z_2 - z_1) + \sum H_{l1-2} \\ &= \frac{(2,1)^2}{19,6} + (27 + 3,5) + 14,34 \\ &= 45,6 \text{ m.} \end{aligned}$$

Head pompa yang direncanakan sebesar 46 m.

VII.4 Pemilihan Jenis Pompa

Untuk menentukan jenis pompa yang sesuai, maka sebelum melakukan pemilihan perlu diketahui bahwa fluida yang akan dialirkan oleh pompa adalah air bersih dengan kapasitas 7,2 m³/jam dan head sebesar 46 m.

Untuk pompa pengisi tangki air atas diperlukan pompa yang memiliki kriteria sebagai berikut:

- Mampu mengalirkan fluida dengan kapasitas yang cukup besar
- Memiliki tekanan discharge yang cukup tinggi
- Memiliki aliran discharge yang tidak intermintent
- Mudah dalam pengaturan head dan kapasitas
- Mampu mengalirkan fluida yang abrasif atau mengandung sedikit kotoran.

Dari tabel 7.1 yang memenuhi kriteria diatas adalah pompa centrifugal.

Adapun kriteria dari pompa centrifugal adalah

- Mempunyai aliran discharge yang kontinue.

- Fluida yang dialirkan bisa bersifat abrasif maupun non abrasif
- Memiliki tekanan discharge yang cukup tinggi
- Mampu mengalirkan dengan kapasitas yang cukup besar
- Ukuran pompa yang kecil dan berat lebih ringan dibandingkan dengan pompa lain untuk head dan kapasitas yang sama
- Konstruksinya sederhana dan juga perawatannya.

Tabel 7.1

Karakteristik pompa³¹

	Centrifugal		Rotary	Reciprocating		
	Volute and diffuser	Axial flow	Screw and gear	Direct-acting steam	Double-acting power	Triplex
Discharge flow...	Steady	Steady	Steady	Pulsating	Pulsating	Pulsating
Usual max suction lift, ft...	15	15	22	22	22	22
Liquids handled...	Clean, clear; dirty, abrasive; liquids with high solids content		Viscous, nonabrasive	Clean and clear		
Discharge pressure range...	Low to high		Medium	Low to highest produced Relatively small		
Usual capacity range	Small to largest available		Small to medium			
How increased head affects:						
Capacity.....	Decrease		None	Decrease	None	None
Power input...	Depends on specific speed		Increase	Increase	Increase	Increase
How decreased head affects:						
Capacity.....	Increase		None	Small Increase	None	None
Power input...	Depends on specific speed		Decrease	Decrease	Decrease	Decrease

³¹ Ref 10 hal 5

VII.5 Pemilihan Type Pompa

Pemilihan type pompa berdasarkan besarnya head dan kapasitas. Dari perhitungan awal didapatkan besar head pompa sebesar 45 m dan kapasitas sebesar 7,2 m³/jam. Dengan melihat brosur maka dipilih pompa centrifugal type ETA-N 50 x 32 - 200. Merk Torishima dengan putaran 2900 rpm.

Karena dalam brosur tidak ditemukan titik kerja pompa maka dalam sistem dilakukan throttling. Dalam hal ini dipilih diameter impeller 188 dengan jalan menarik garis lurus pada kapasitas yang sama sampai menyinggung kurva karakteristik pompa pada diameter tersebut. Dengan demikian pompa mengalami kerugian head sebesar kurang lebih 2 m (Lampiran 8)

VII.6 Pemeriksaan Letak Pompa

Pemeriksaan letak pompa dilakukan dengan maksud agar dalam pengoperasiannya pompa aman terhadap terjadinya kavitasi.

Syarat yang harus dipenuhi agar pompa terhindar dari kavitasi adalah sebagai berikut:

$$NPSH_A \geq NPSH_R$$

$$NPSH_A = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{fs}$$

dimana:

$$P_a = \text{Tekanan atmosfer di permukaan air pipa hisap} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$P_v = \text{Tekanan uap jenuh air pada temperatur } 29^\circ = 4100 \text{ N/m}^2$$

$$H_s = \text{Tekanan head statis } (=3,5 \text{ m})$$

H_{ls} = Head loss total pipa hisap (=1,08 m)

γ = Berat spesifik fluida 9770 N/m³

sehingga :

$$\begin{aligned} NPSH_A &= \frac{101325}{9770} - \frac{4100}{9770} - 3,5 - 1,08 \\ &= 5,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Dilihat dari brosur pompa harga NPSH yang diperlukan sebesar 1,7 m, dengan demikian maka $NPSH_A \geq NPSH_R$. Sehingga letak pompa aman terhadap terjadinya kavitasi.

VII.7 Pompa Cadangan

Dalam pengopersiannya setiap mesin tidak mungki dapat berjalan terus dengan baik tanpa suatu hambatan, misalnya pompa. Hal ini mungkin disebabkan oleh beberapa misalnya putusnya lilitan kumparan atau terbakar, kebocoran pada paking dan lainnya sehingga akan mengganggu jalannya penyuplayan air dari tandon bawah ke tandon atas. Untuk menghindari permasalahan diatas maka perlu diberikan pompa cadangan. Dalam hal ini pompa cadangan direncanakan sama dengan pompa utama. Dalam pengoperasiaanya pompa dioperasikan secara bergantian untuk menghindari terjadinya perkaratan dan lebih baik ditinjau dari segi keamanan operasi.

BAB VIII

KESIMPULAN

Dari penulisan Tugas Akhir ini dapatlah diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pipa penyediaan air yang digunakan adalah sistem pipa pengaliran ke bawah. Dimana air sebelum didistribusikan ditampung dulu pada tangki atas kemudian didistribusikan secara gravitasi pada masing - masing lantai.
2. Jumlah kebutuhan air PT. KIMIA FARMA berdasarkan unit beban alat plambing yang besarnya 10,76 m³/jam apabila semua alat plambing bekerja secara serempak.
3. Perencanaan diameter pipa distribusi air bersih berdasarkan kapasitas dan kecepatan aliran. Untuk pipa bercabang, perhitungannya menggunakan persamaan kontinuitas untuk salah satu cabang dan persamaan energi untuk cabang yang lain.
4. Pompa yang digunakan untuk menaikkan air dari tangki bawah ke tangki atas menggunakan pompa centerifugal dengan type ETA-N 50 x 32-200 sedangkan pompa yang dipakai dilapangan adalah type HES dengan ukuran 50 x 32 -200.

DAFTAR PUSTAKA

1. Robert W. Fox, Alan T. McDonald "*Introduction To Fluida Mechanic*" John Wiley & Sons Thirt Edition Copyrigh 1985.
2. Austin H. Church "*Pompa dan Blower Sentrifugal* " Ir. Zulkifli Harahap, Erlangga 1990.
3. Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura "*Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing* " Assosiation For International Technical Promotion ,Tokyo 1985
4. Karassik Igor.J "*Pump Handbook*" McGraw Hill Book Company.
5. Ing A Nouwen " *Pompa 2* " B. S. Anwir Penerbit Bhratara Karya aksara-Jakarta, 1981.
6. Ir. Sularso, Msme, Prof. DR. Haruo Tahara "*Pompa Dan Kompresor Pemilihan Pemakaian Dan Pemeliharaan*" PT. Pradnya Paramita Jakarta 1987.
7. Louis S. Neilsen " *Standart Plumbing Enginnering Design* " McGraw Hill Book company Inc, 1982.
8. Ernes F Brater Horace Williams King "*Handbook Of Hidraulics*" McGraw Hill Book Company.
9. Brosur " *ETA-N Centrifugal Pump* " PT. Torishima Guna Indonesia.
10. Hick And Edwars " *Pump Application Enginnering* " McGraw Hill Book Company, Copyrigh 1971

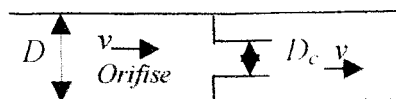
Tabel A

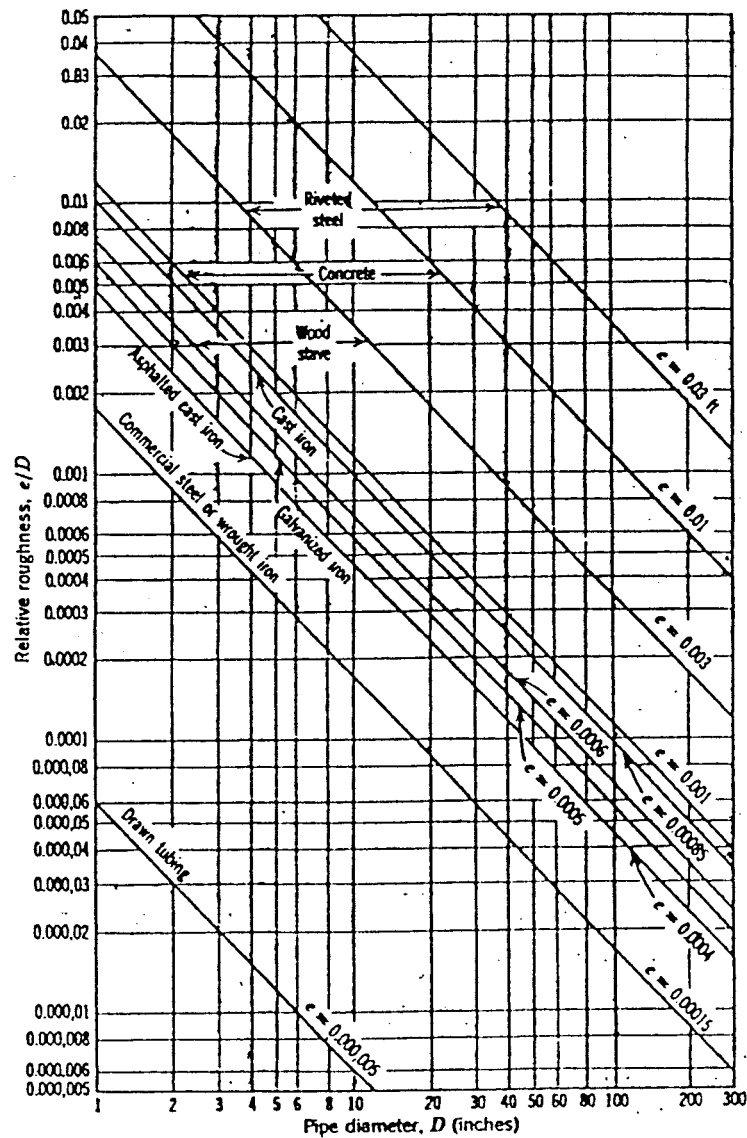
Sifat-sifat fisik air³²

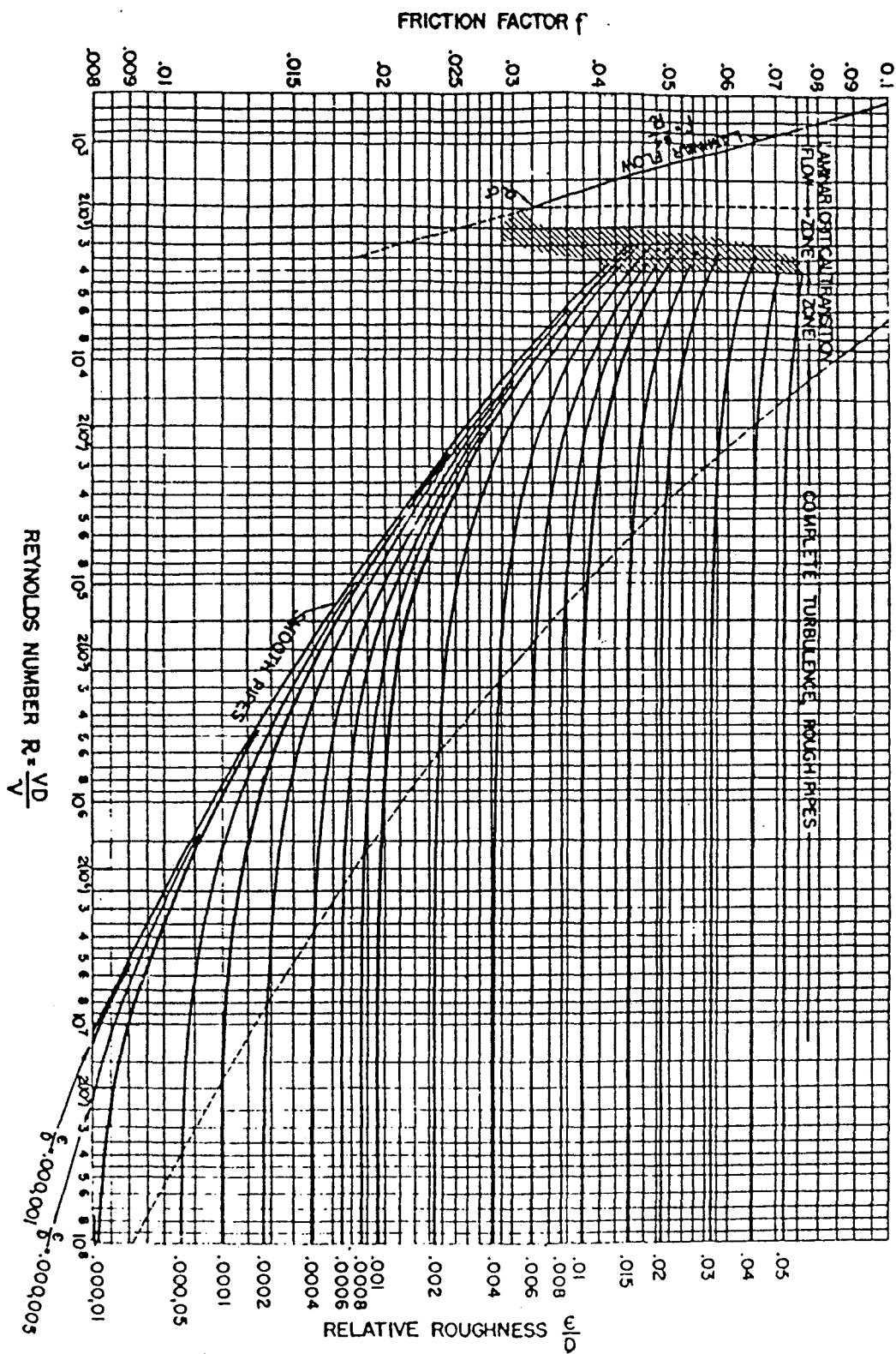
Temperatur (°C)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematik (m ² /s)	Tekanan uap jenuh (kgf/cm ²)
0	0.9998	1.792×10^{-6}	0.00623
5	1.0000	1.520	0.00889
10	0.9998	1.307	0.01251
20	0.9983	1.004	0.02383
30	0.9957	0.801	0.04325
40	0.9923	0.658	0.07520
50	0.9880	0.554	0.12578
60	0.9832	0.475	0.20313
70	0.9777	0.413	0.3178
80	0.9716	0.365	0.4829
90	0.9652	0.326	0.7149
100	0.9581	0.295	1.0332
120	0.9431	0.244	2.0246
140	0.9261	0.211	3.685
160	0.9073	0.186	6.303
180	0.8869	0.168	10.224
200	0.8647	0.155	15.855
220	0.8403	0.150	23.656
240	0.814	0.136	34.138
260	0.784	0.131	47.869
280	0.751	0.128	65.468
300	0.712	0.127	87.621

Catatan: 1 atm = 101,3 kPa 1 kgf/cm² = 98,1 kPaTabel B Koefisien kerugian pada orifise dalam pipa³³

$(D_c/D)^2$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
K	∞	226	47,8	17,5	7,8	3,75	1,8	0,8	0,29	0,06	0

³² Ref 6 hal 24³³ Ref 6 hal 37

Gbr A.1 Nilai kekasaran relatif bahan pipa³⁴³⁴ Ref 1 hal 363

Gbr A.2 Faktor gesekan³⁵³⁵ Ref 1 hal 362

Tabel C

Ukuran standart pipa³⁶

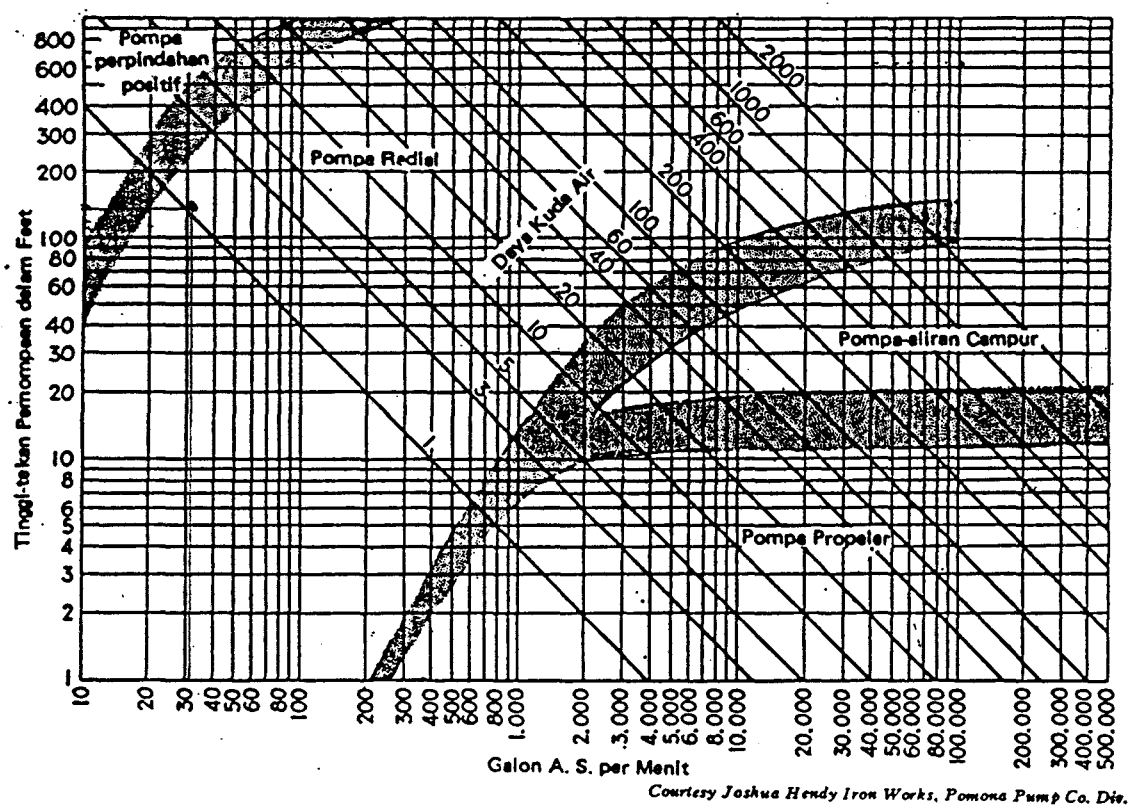
UKURAN PIPA NOMINAL in	DIAMETER DALAM in
1/8	0,269
1/4	0,364
3/8	0,493
1/2	0,622
3/4	0,824
1	1,049
1 1/4	1,381
1 1/2	1,610
2	2,067
2 1/2	2,469
3	3,068
4	4,026
5	5,047
6	6,065
8	7,981
10	10,02

³⁶ Ref 1 hal 373

Tabel D

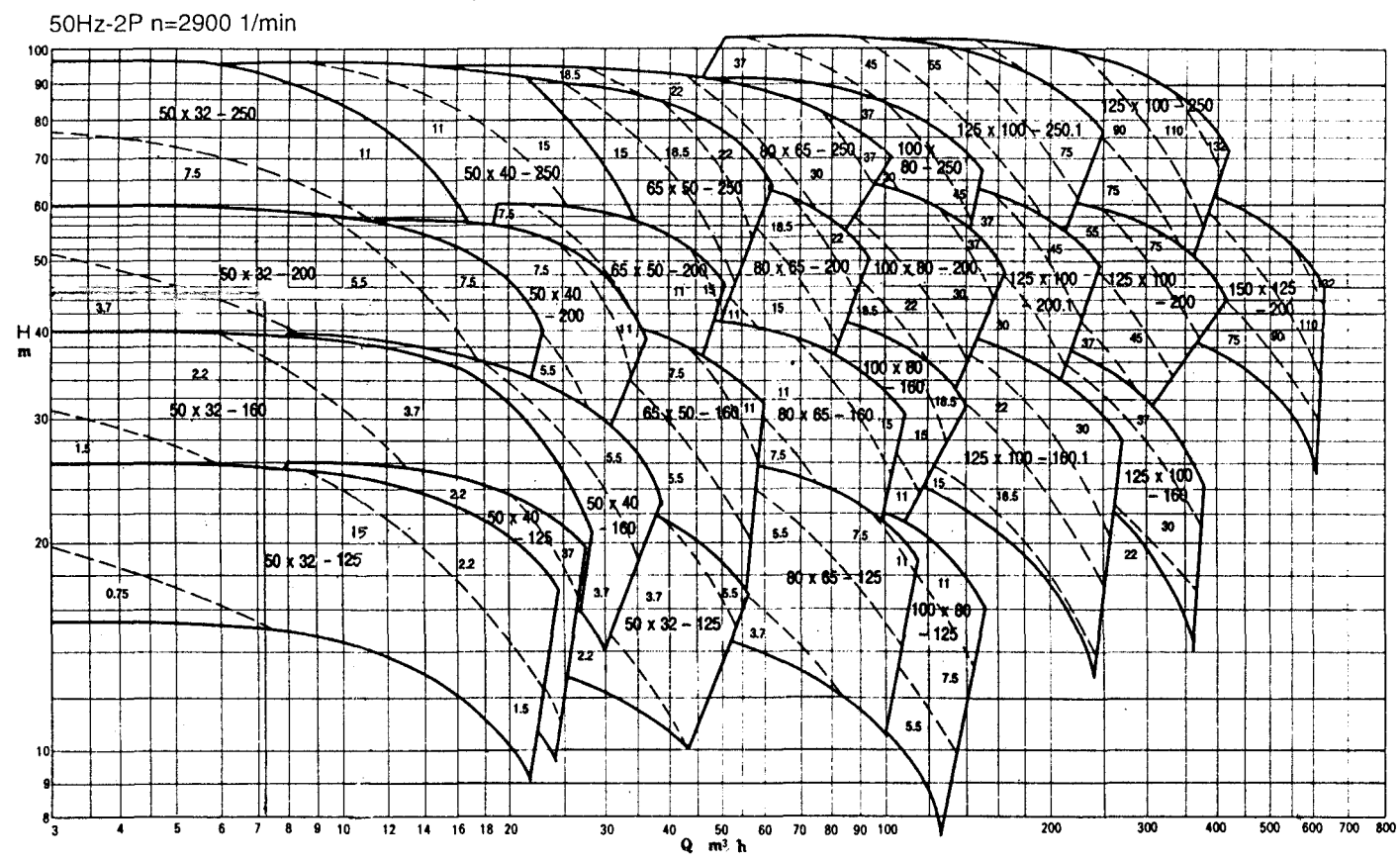
Panjang equivalen diameter pipa (Le/D) untuk katup dan fitting

Description of product				Equivalent length in pipe diameters, L/D	
Globe valves	Stem perpendicular to run	With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open	340	
		With wing or pin-guided disk	Fully open	450	
	Y pattern	(No obstruction in flat, bevel, or plug type seat)			
		With stem 60° from run of pipeline	Fully open	175	
		With stem 45° from run of pipeline	Fully open	145	
Angle valves		With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open	145	
		With wing or pin-guided disk	Fully open	200	
Gate valves	Wedge, disk, double-disk, or plug-disk		Fully open	13	
			Three-quarters open	35	
			One-half open	160	
			One-quarter open	900	
	Pulp stock		Fully open	17	
			Three-quarters open	50	
			One-half open	260	
			One-quarter open	1200	
Conduit pipeline gate, ball, and plug valves			Fully open	3*	
Check valves	Conventional swing	0.5†	Fully open	135	
	Clearway swing	0.5†	Fully open	50	
	Globe-lift or stop; stem perpendicular to run or Y pattern	2.0†	Fully open	Same as globe	
	Angle-lift or stop	2.0†	Fully open	Same as angle	
	In-line ball	2.5 vertical and 0.25 horizontal†	Fully open	150	
Foot valves with strainer		With poppet lift-type disk	0.3†	Fully open	420
		With leather-hinged disk	0.4†	Fully open	75
Butterfly valves (8-in and larger)			Fully open	40	
Cocks	Straight-through	Rectangular plug port area equal to 100% of pipe area	Fully open	18	
	Three-way	Rectangular plug port area equal to 80% of pipe area (fully open)	Flow straight through Flow through branch	44 140	
Fittings	90° standard elbow			30	
	45° standard elbow			16	
	90° long radius elbow			20	
	90° street elbow			50	
	45° street elbow			26	
	Square-corner elbow			57	
	Standard T	With flow through run		20	
		With flow through branch		60	
Close-pattern return bend				50	



■ Gbr B Grafik penentuan jenis pompa³⁸

³⁸ Ref 6 hal 56



Gbr C Seleksi grafik³⁹



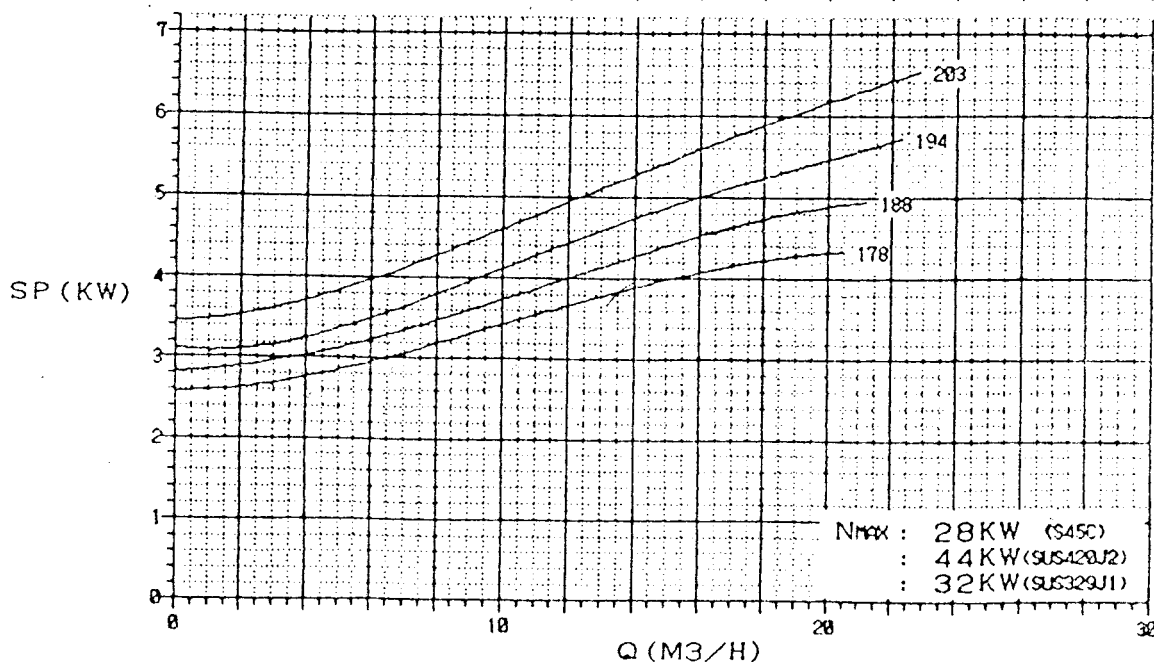
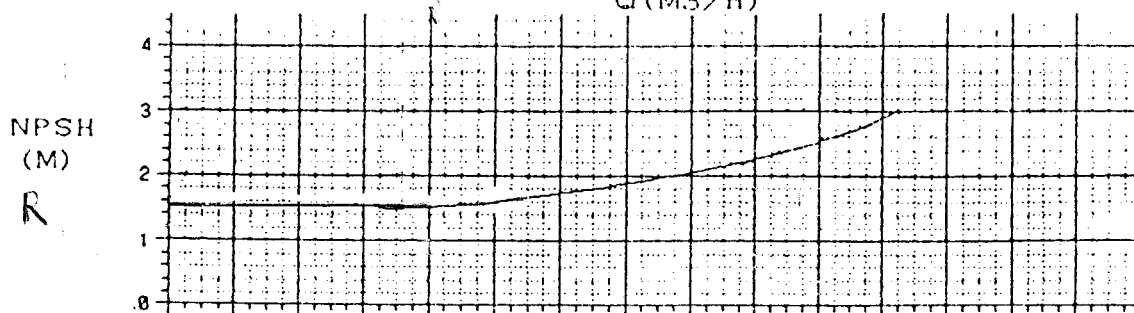
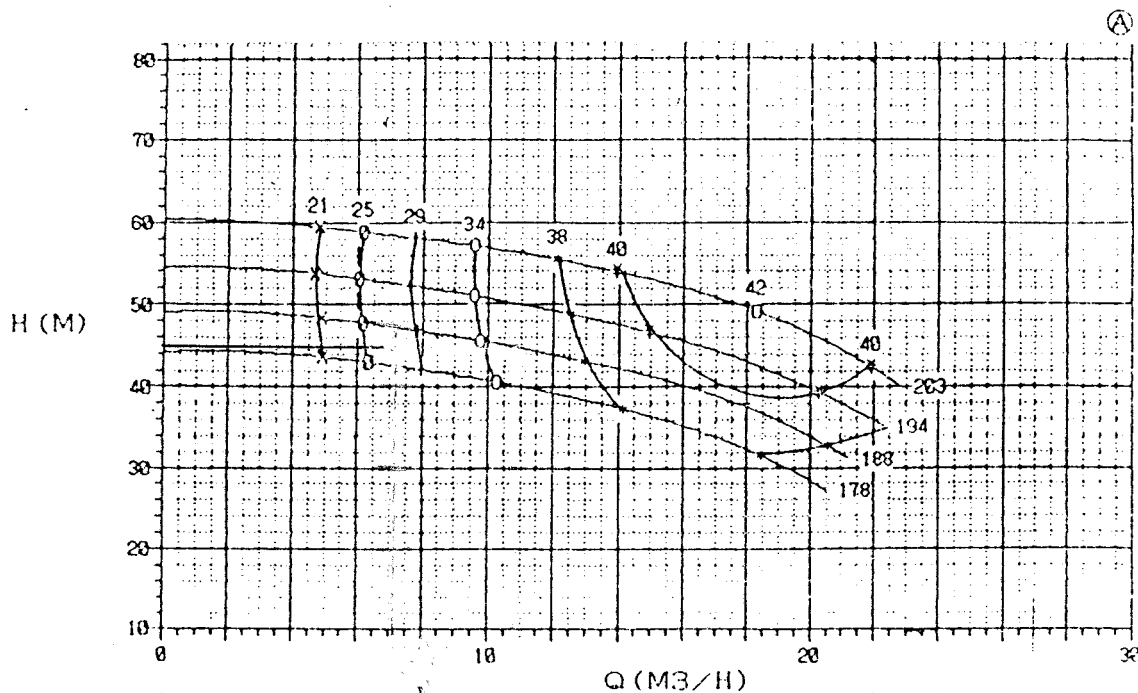
CENTRIFUGAL PUMP

50 Hz 2 P

ETA-N 50×32-200. (Bearing Size) 25

2900 1/min

Item No.	仕 様 Spec.	kgf/cm ² bar, m	m ³ /hr m ³ /min	rpm	kW
用 途 Service					



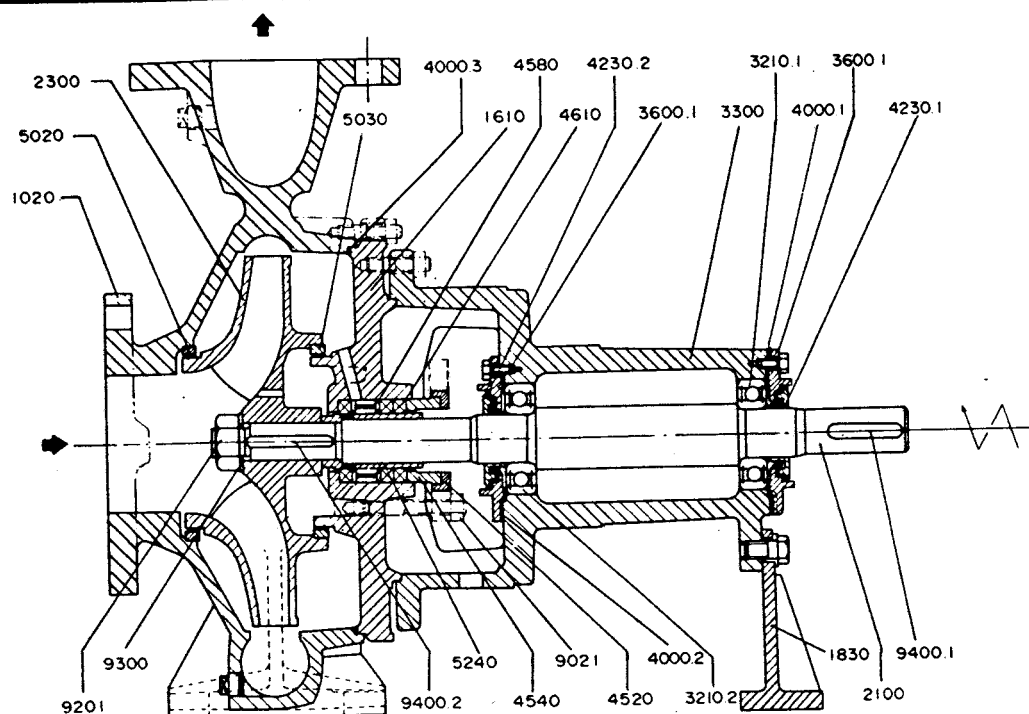
本性能線図は常温清水 (SG: 1) の場合のもを示します。 This curve refers to density = 1

株式会社 島田製作所

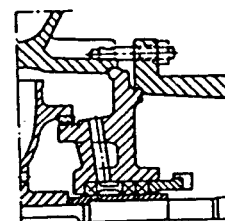
TORISHIMA PUMP MFG. CO., LTD.

1211.42 nl/1 63.10. 1000 00

Sectional Drawings and List of Components

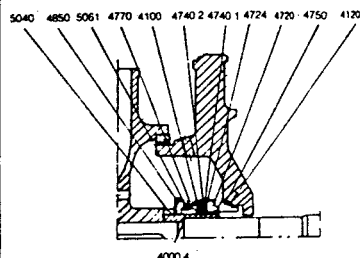


"Push-in" discharge cover

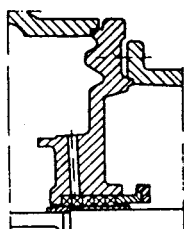


50 X	32-125
50 X	32-160
50 X	40-125
50 X	40-160
65 X	50-125
65 X	50-160
80 X	65-125
80 X	65-160
100 X	80-125
100 X	80-160
125 X	100-160.1
125 X	100-200.1
125 X	100-160
125 X	100-200
150 X	125-200
150 X	125-315
200 X	150-200
200 X	150-250
200 X	150-315

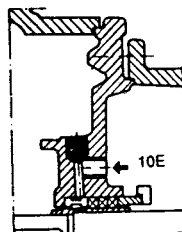
Shaft Seals
Mechanical seal



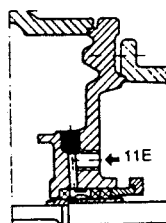
NB



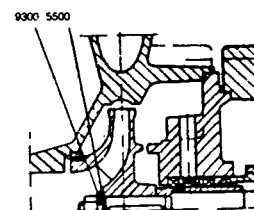
NC



VH



Impeller unbalanced



50 X	32-125
50 X	40-125
65 X	50-125

Part No.	Part Designation	Part No.	Part Designation	Part No.	Part Designation
1020	Volute casing	4230.2	Labyrinth ring	(Mechanical Seal)	
1610	Casing cover	4520	Gland	4000.4	Flat gasket
1830	Support foot	4540	Gland bush	4100	Packing
2100	Shaft	4580	Lantern ring	4120	O-ring
2300	Impeller	4610	Gland packing	4720	Washer
3210.1	Ball bearing	5020	Casing wear ring	4724	Back up ring
3210.2	Ball bearing	5030	Impeller wear ring	4740.1	Stopper
3300	Bearing housing	5240	Shaft protecting sleeve	4740.2	Stopper
3600.1	Bearing cover	5500	Washer	4750	Seat
3600.2	Bearing cover	9021	Gland bolt	4770	Spring
4000.1	Flat gasket	9201	Hexagonal nut	4850	Stopper
4000.2	Flat gasket	9300	Spring washer	5040	Distance ring
4000.3	Flat gasket	9400.1	Key	5061	Spline ring
4230.1	Labyrinth ring	9400.2	Key		



PT. TORISHIMA GUNA INDONESIA
(MEMBER OF GUNA ELEKTRO GROUP)

Head Office & Factory :

Jl. Rawa Sumur Timur No. 1 Pulo Gadung Industrial Estate
Jakarta 13011, Indonesia P.O. Box 1160 JAT

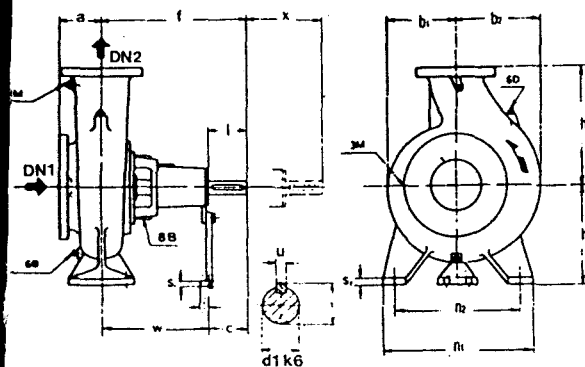
Phone : (021) 4603963 (5 Lines), 4603936, 4603937

Fax : (021) 4603937

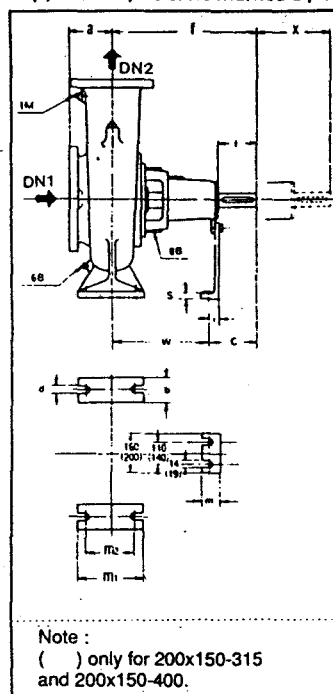
Hotline : Jkt, Bdg, Sby, Mdn, Smg Skytel Ph. 131 ID 81000

DEALER

Dimension Table

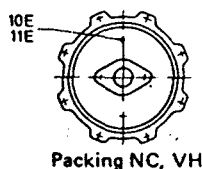
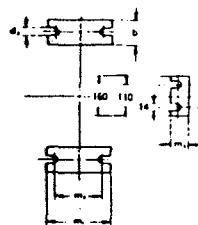


applies only to sizes marked by *



Auxiliary connection

Symbol	Name
1 M	Pressure measuring instrument
3 M	Pressure measuring instrument
6 B	Casing drain
6 D	Priming and venting
8 B	Leakage drain
10 E	Sealing liquid inlet
11 E	Flushing liquid inlet

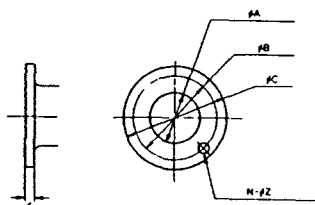


Packing NC, VH

Pump flange dimension (acc. to JIS 10kgf/cm² F.F.)

Dimensions in mm

ND	φA	φB	φC	F	N-φZ
32	32	100	135	20	4-19
40	40	105	140	20	4-19
50	50	120	155	20	4-19
65	65	140	175	22	4-19
80	80	150	185	22	8-19
100	100	175	210	24	8-19
125	125	210	250	24	8-23
150	150	240	280	26	8-23
200	200	290	330	26	12-23



Pump sizes	1 M 3 M	6 B 6 D	8 B	10 E 11 E
Dimensions				
50 X 32-125				
50 X 32-160				
50 X 32-200				
50 X 32-250				
50 X 40-125				
50 X 40-160				
50 X 40-200				
50 X 40-250				
50 X 40-315.1				
65 X 50-125	PS 3/8"	PS 3/8"	PS 1/2"	PS 3/8"
65 X 50-160				
65 X 50-200				
65 X 50-250				
65 X 50-315.1				
80 X 65-125				
80 X 65-160				
80 X 65-200				
80 X 65-250				
80 X 65-315.1				
100 X 80-125				
100 X 80-160				
100 X 80-200				
100 X 80-250				
100 X 80-315.1				
100 X 80-400.1				
125 X 100-160	PS 1/2"			
125 X 100-160.1	PS 1/2"			
125 X 100-200	PS 1/2"			
125 X 100-200.1	PS 1/2"			
125 X 100-250	PS 1/2"			
125 X 100-250.1	PS 1/2"			
125 X 100-315				
125 X 100-400				
150 X 125-200	PS 1/2"			
150 X 125-250				
150 X 125-315				
150 X 125-400				
200 X 150-200				
200 X 150-250				
200 X 150-315				
200 X 150-400				

Pump sizes	Pump dimensions								Foot dimensions												Shaft end				
	DN1	DN2	a	b ₁	b ₂	f	h ₁	h ₂	b	C	d ₂	i	m ₁	m ₂	m ₃	n ₁	n ₂	S ₁	S ₂	W	d: k6	l	t	u	x
50 X 32-125	50	32	80	113	113	360	112	140	50	75	14	25	100	70	50	190	140	8	15	285	24	50	27	8	100
50 X 32-160	50	32	80	116	125	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	140	190	8	15	285	24	50	27	8	100
50 X 32-200	50	32	80	128	137	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	18	285	24	50	27	8	100
50 X 32-250	50	32	100	164	171	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	100
50 X 40-125	50	40	80	113	113	360	112	140	50	75	14	25	100	70	50	190	140	8	15	285	24	50	27	8	100
50 X 40-160	50	40	80	113	125	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100
50 X 40-200	50	40	80	132	141	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	18	285	24	50	27	8	100
50 X 40-250	50	40	100	170	176	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	32	50	27	8	100
50 X 40-315.1	50	40	125	194	203	470	225	250	65	100	14	25	125	95	50	345	280	12	18	370	32	80	35	10	100
65 X 50-125	65	50	80	113	113	360	122	140	50	75	14	25	100	70	50	210	160	8	15	285	24	50	27	8	100
65 X 50-160	65	50	80	115	131	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	15	285	24	50	27	8	100
65 X 50-200	65	50	100	133	147	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	24	50	27	8	100
65 X 50-250	65	50	100	165	178	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	32	50	27	8	100
65 X 50-315.1	65	50	125	200	216	470	225	280	65	100	14	25	125	95	50	345	280	12	18	370	32	80	35	10	100
80 X 65-125	80	65	100	113	128	360	132	160	50	75	14	25	100	70	50	240	190	8	18	285	24	50	27	8	100
80 X 65-160	80	65	100	126	147	360	160	180	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	24	50	27	8	100
80 X 65-200	80	65	100	145	165	360	160	200	50	75	14	25	100	70	50	265	212	8	15	285	32	50	27	8	100
80 X 65-250	80	65	100	168	184	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	32	50	27	8	100
80 X 65-315.1	80	65	125	208	229	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140
100 X 80-125	100	80	100	120	148	360	160	180	65	75	14	25	125	95	50	280	212	8	18	285	32	50	27	8	100
100 X 80-160	100	80	100	130	158	360	160	200	65	75	14	25	125	95	50	280	212	8	18	285	32	50	27	8	100
100 X 80-200	100	80	100	164	177	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	32	50	27	8	140
100 X 80-250	100	80	100	180	200	470	200	250	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	20	370	32	80	35	10	140
100 X 80-315.1	100	80	125	220	244	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140
100 X 80-400.1 *	100	80	125	253	276	530	280	355	80	160	19	30	160	120	52	435	355	12	20	370	42	115	45	12	140
125 X 100-160	125	100	125	178	225	470	200	250	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	18	370	32	80	35	10	140
125 X 100-160.1	125	100	125	153	192	360	180	225	65	75	14	25	125	95	50	320	250	8	18	285	24	50	27	8	140
125 X 100-200	125	100	125	173	213	470	200	280	80	100	19	25	160	120	50	360	280	8	18	370	32	80	35	10	140
125 X 100-200.1	125	100	125	161	189	470	180	250	65	100	14	25	125	95	50	345	280	8	18	370	32	80	35	10	140
125 X 100-250	125	100	140	190	220	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140
125 X 100-250.1	125	100	125	184	210	470	225	280	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140
125 X 100-315	125	100	140	225	255	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140
125 X 100-400 *	125	100	140	253	280	530	280	355	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140
150 X 125-200	150	125	140	195	244	470	250	315	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	20	370	32	80	35	10	140
150 X 125-250	150	125	140	226	275	470	250	355	80	100	19	25	160	120	50	400	315	12	18	370	32	80	35	10	140
150 X 125-315 *	150	125	140	238	278	530	280	355	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140
150 X 125-400 *	150	125	140	275	305	530	315	400	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	42	115	45	12	140
200 X 150-200	200	150	160	238	315	470	280	400	100	100	24	25	200	150	50	550	450	12	20	370	32	80	35	10	140
200 X 150-250 *	200	150	160	228	298	530	280	375	100	160	24	30	200	150	52	500	400	12	20	370	32	115	45	12	140
200 X 150-315 *	200	150	160	255	303	530	315	400	100	160	24	30	200	150	52	550	450	12	20	370	42	115	45	12	140
200 X 150-400 *	200	150	160	285	325	530	315	450	100	160	24	30	200	150	52	550	450	12	20	370	42	115	45	12	140